

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ

Сборник статей
по материалам Международной научной
экологической конференции

27–29 марта 2018 года

Краснодар
КубГАУ
2018

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

УДК 504.062.4(063)

ББК 40.0

Э40

Редакционная коллегия:

А. И. Трубилин (председатель)
ответственный за выпуск – И. С. Белюченко

**Э40 Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы
повышения их продуктивности : сб. ст. по материалам Междунар.
науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. –
Краснодар : КубГАУ, 2018 – 517 с.**

ISBN

В сборнике представлены статьи ученых по решению экологических проблем развития и функционирования агроландшафтов и повышения плодородия почв. Предлагаются направления оптимизации экологического состояния агроландшафтов путем создания и внесения сложных компостов на основе различных отходов, восстановления и насаждения защитных лесополос, применения совмещенных посевов, рекультивации нарушенных земель, а также совершенствования и разработки новых методов очистки отходов промышленности, быта и сельского хозяйства.

Предназначен исследователям актуальных вопросов органического земледелия, улучшения экологического состояния окружающей среды и более эффективного использования различных отходов.

Издание осуществлено при финансовой поддержке РНФ, грант № 16-16-04014.

УДК 504.062.4(063)

ББК 40.0

ISBN

© Коллектив авторов, 2018
© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина», 2018

Международная научная экологическая конференция

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ

27–29 марта 2018 года

ОРГКОМИТЕТ

Трубилин Александр Иванович – ректор ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, доктор экономических наук, профессор; Председатель Оргкомитета.

Коцаев Андрей Георгиевич – проректор по научной работе ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, доктор биологических наук, профессор; заместитель Председателя Оргкомитета.

Шеуджен Асхад Хазретович – зав. каф. агрохимии ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, профессор, доктор биологических наук, академик РАН; заместитель Председателя Оргкомитета.

Белюченко Иван Степанович – заведующий кафедрой общей биологии и экологии ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, доктор биологических наук, профессор; заместитель Председателя Оргкомитета.

Гукалов Владимир Николаевич – Глава Администрации Ленинградского района Краснодарского края, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель Председателя Оргкомитета.

Смагин Андрей Валентинович – профессор кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, доктор биологических наук, заместитель Председателя Оргкомитета.

Онипченко Владимир Гертрудович – зав. кафедрой геоботаники Биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова; доктор биологических наук, профессор.

Касимов Александр Меджитович – академик УЭАН, доктор технических наук, профессор, Центр (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), Украина, Харьков.

Радионов Алексей Иванович – декан факультета агрономии и экологии ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Корунчикова Валентина Васильевна – доцент кафедры общей биологии и экологии ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, кандидат биологических наук.

Выходцева Наталья Александровна – начальник отдела по связям с общественностью ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ.

АГРАРНЫЙ ЛАНДШАФТ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ (вместо предисловия)

Белюченко Иван Степанович, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», **Россия, Краснодар**

Аграрные ландшафты играют большую роль в формировании отдельных экосистем, образующих взаимосвязанные природные комплексы, имеющие важное значение в улучшении физико-химического состава почв и их обогащении за счет внесения органоминеральных (сложных) удобрений. При правильной эксплуатации аграрных ландшафтов их продуктивность достаточно высокая. В такой ситуации аграрные ландшафты оказывают большое влияние на окружающую среду. Регулирование развития аграрных ландшафтов и их устойчивое сохранение невозможно без использования экологического обоснования при разработке научных направлений принятия обоснованных решений [1, 3]. Антропогенное изменение почв в аграрных ландшафтах на полях, в огородах и других формах почвенного использования имеет ряд причин. Наиболее важной является отчуждение фитомассы и в связи с этим ослабление процессов образования гумуса и снижение его накопления в почве.

Лесные полосы в аграрных ландшафтах выступают надежным помощником человека в борьбе с засухой и повышают продуктивность полей, огородов и других полевых образований. Даже в молодом возрасте лесные полосы оказывают значительное влияние на регулирование водостока, гидрологического режима территории, повышение урожая различных культур.

Основными объектами агролесомелиорации являются очаги экологической дестабилизации, где прогрессирует деградация аграрных ландшафтов. Известный почвовед В. В. Докучаев и его ученики еще во второй половине 19 века в засушливой Каменной Степи Воронежской области заложили защитные лесные полосы. Опыты, выполненные В. В. Докучаевым, его учениками и последователями, показали, что лесные полосы имеют наиважнейшее сельскохозяйственное значение, являясь важным биоэнергетическим фактором, положительно влияющим на аграрные ландшафты и их компоненты (поля, пастбища, животноводческие фермы и т. д.). Они служат надежным гарантом в борьбе с засухой. Лесные полосы В. В. Докучаева в Каменной Степи и сейчас дают существенную прибавку урожая зерна, овощей и других культур [2].

Между водными системами (река, озеро) и биоценозами агроландшафтных формирований существует взаимосвязь, которая проявляется в разнообразных формах. Наибольшее влияние водоема на микро- и мезоклимат проявляется на прилегающей к нему территории. Водные системы повышают влажность воздуха, сглаживают сезонные перепады температур. Большую роль в оптимизации структур аграрных ландшафтов играют обоснованные соотношения площадей пашни, лугов, лесов, пастбищ. Основными отраслями сельского хозяйства, определяющими биотический круговорот веществ, являются растениеводство и животноводство. На 1 га сельскохозяйственных угодий следует иметь до 2–2,5 голов крупного рогатого скота. Для поддержания плодородия земель в Центральной России на каждом гектаре сельскохозяйственных угодий необходимо ежегодно вносить навоз от 2 коров.

Основной органический состав верхней части аграрного ландшафта формируют луга вместе с лесными видами. Каркас аграрного ландшафта стабилизирует бигеохимические циклы основных питательных веществ: азота, фосфора, калия; препятствует развитию эрозии почв; поглощает и обезвреживает смытые с полей пестициды и минеральные удобрения, не допуская их попадания в водоемы. Леса и луга являются основными хранителями биологического разнообразия в экосистемах, в которых вегетируют десятки видов растений, обитают и развиваются почвенные простейшие и беспозвоночные, насекомые, птицы, млекопитающие и другие живые организмы [5].

Органические вещества с продуктами растениеводства и животноводства выносятся за пределы аграрных ландшафтов, и многие элементы исключаются из биотического круговорота конкретной системы. Поступая с отходами человеческой жизнедеятельности в канализационные системы городов и населенных пунктов, органические вещества вовлекаются в биологический круговорот. Экскременты животных изменяют биогеоценотическую обстановку не только на скотном дворе, но и в других частях агроландшафта, как наземных, так и водных биогеоценозах.

Развитие растениеводства и животноводства, улучшение качества сельскохозяйственной продукции возможно при проведении мероприятий, разработанных на основе экологической оценки всего состава аграрного ландшафта и входящих в него различных частей агробиогеоценоза. Охрана аграрных ландшафтов от загрязнений учитывает все направления повышения экологической безопасности: совершенствование сооружений по очистке отходов от различных производств, разработка и внедрение новых экологических технологий, снижение масштабов использования пестицидов, в частности ксенобиотиков [4].

Созданные человеком аграрные ландшафты отличаются высокой продуктивностью. Нередко негативное агробиогеоценотическое влияние на аграрные ландшафты определяется антропогенно ускоренной эрозией почв. Лесомелиоративные работы В. В. Докучаева и его сподвижников в Каменной Степи Воронежской области и сегодня еще оказывают благоприятное влияние на аграрные ландшафты и их компоненты (поля, огороды, пастбища) и служат важным фактором в борьбе с засухой. При любых погодных условиях такие аграрные ландшафты производят высококачественное продовольственное сырье и пищевые продукты растениеводства и животноводства.

Большое значение имеет охрана верхнего слоя аграрных ландшафтов от загрязнений газообразными, жидкими и твердыми отходами промышленных и сельскохозяйственных производств. В очистных устройствах применяются разные методы очистки различных аграрных систем. Выбор способов защиты почв от загрязнителей зависит от типа производства, экологических условий, сложившихся в аграрном ландшафте, и его окружения. Изучение особенностей природных процессов, связанных с особенностями структуры аграрных ландшафтов, имеет важное значение в сельском хозяйстве при оптимизации аграрных ландшафтов для повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

Известные специалисты по аграрным ландшафтам рассматривают агроэкосистему с определенными границами развития. Агроландшафты, включая аграрные, луговые и пастбищные формирования, составляют структуру взаимосвязанных природотехнических систем по производству продукции растениеводства и животноводства. Максимум экологически чистой и недорогой продукции может быть получен при научно обоснованном управлении аграрными ландшафтами [8].

Выращенную в садах, на полях и других территориях фитомассу в аграрном ландшафте используют для питания сельского населения и кормления сельскохозяйственных животных лишь отчасти. Эта небольшая часть фитомассы преобразуется в агроландшафтах и возвращается в почвы в виде навоза. Макро- и микроэлементы, которые выносятся из почвы с урожаем сельхозкультур, возвращаются в неё с навозом не полностью. С органическими удобрениями возвращается примерно 4-я часть химических элементов, изъятая из почвы с урожаем. Большая часть химических элементов фитомассы в составе зерна, корне- и клубнеплодов и плодов перемещается за пределы сельскохозяйственных систем для снабжения городского населения питанием и для обеспечения нужд промышленности растительным сырьем.

Исторический, как и ныне действующий эволюционный экологический фактор развития экосистем (например, культурные пастбища, сады и другие компоненты аграрных ландшафтов), – это экологические условия, определяемые деятельностью людей. Природный гетерогенный ландшафт трансформируется в аграрный гомогенный, мощность которого возрастает при специализации и интенсификации сельского хозяйства в переводе растениеводства и животноводства на промышленную основу. Степень гомогенности ландшафта зависит от типа сельскохозяйственного производства. Являясь мощным биоэнергетическим фактором, лесные полосы оказывают благоприятное влияние на аграрные ландшафты, поля, огороды, пастбища, увеличивают их биоразнообразие и продуктивность [6, 7].

Сельским хозяйством занимается свыше 10 миллионов человек. В сельское хозяйство вовлечена значительная часть территории земного шара. Только под пашней занято около 14 % суши. Большие территории, в основном в аридных зонах, используются для выпаса сельскохозяйственных животных. Немалая территория занята под скотными дворами, летними площадками для содержания КРС и других видов животных. Процессы опустынивания свойственны для Африки, Средней Азии и других районов Земли. Снижение уровня грунтовых вод, уменьшение влажности почв, где проводили осушение заболоченных территорий, заметно варьируют свойства аграрных ландшафтов [9, 10].

Во второй половине 20-го столетия многие тысячи км² равнинных территорий целинных земель в различных странах были уничтожены для расширения пашни. Еще больший размах

получило освоение целинных земель в СССР в конце 60-х годов 20-го столетия. В связи с неправильным введением этих земель в аграрный севооборот и неумелым их использованием для получения зерна без практического освоения опыта на начальном этапе затраченный труд уходил в землю (зерно было нечем перерабатывать, его отдавали скоту в течение 2–3 лет) и вложенный труд совершенно не окупался. Освоенная целина в нашей стране, включавшая нетронутые земли вокруг станиц, вдоль дорог, склоновых участков, пойменных земель, степных рек, повышала в степи эрозию почвы, уничтожая промысел степных птиц, насекомых-опылителей и т. д. [9, 10].

При уборке сельскохозяйственных культур из почвы выносятся большое количество многих элементов питания, в частности кобальта, меди, магния, марганца и других элементов. В степных районах мира, включая и Россию, в сельском хозяйстве не контролируется вынос микроэлементов из почв с урожаем, и их потери не возвращаются. Активно снижается концентрация микроэлементов в степных почвах, уменьшается содержание макроэлементов в растениях, произрастающих на таких почвах. Качество растительной пищи и корма с годами снижается. У людей и животных развиваются болезни, называемые микроэлементами. Внесение в аграрных ландшафтах микроудобрений способствовало бы оптимизации биотического круговорота и геохимической обстановки в сообществах. С усилением экологической устойчивости повышается урожайность и качество сельскохозяйственных культур и кормовых трав, улучшается в таких ландшафтах здоровье людей и животных.

Техногенные ландшафты, образующиеся при добыче полезных ископаемых, угля и торфа, целесообразно рекультивировать. Для этого проводится комплекс мероприятий по восстановлению хозяйственной, санитарно-гигиенической и эстетической ценности нарушенных земель. Процесс рекультивации земель включает 2 основных этапа:

1) техническая рекультивация, которая включает планировку верхнего слоя отвалов, засыпку карьеров, рвов, рытвин, выравнивание поверхности ландшафта, формирование плодородного слоя грунта;

2) биологическая рекультивация оптимизирует агрохимию аграрных ландшафтов через восстановление естественных или создание искусственных фитоценозов, восстановление нарушенных земель, имеющих исключительно важное значение [8, 10].

На рекультивируемых землях также можно получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур и кормовых трав. Рекультивация под сельскохозяйственное использование играет важную роль в оптимизации функций безлесных ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов и др. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 180 с.
2. Белюченко И. С., Федоненко Е. В., Смагин А. В. и др. Биомониторинг состояния окружающей среды : учебное пособие / Под. ред. И. С. Белюченко, Е. В. Федоненко, А. В. Смагина – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 153 с.
3. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 418 с.
4. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 313 с.
5. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 262 с.
6. Белюченко И. С. Биология развития и интродукция многолетних злаков в южных районах СНГ : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 443 с.
7. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 349 с.
8. Belyuchenko I. S. Micromycete composition in pure and combined crops in cultivated land / I. S. Belyuchenko // Biosciences Biotechnology Research Asia. – Vol. 13, Issue 3, September 2016, Pages 1567–1572.
9. Belyuchenko I. S. Household and industrial waste as a basis for complex composts for cultivated lands / I. S. Belyuchenko // Industrial Pollution Control», 32(2) (2016) – P. 529–533
10. Belyuchenko I. S. Cultivated lands of Kuban and features of their development / I. S. Belyuchenko, O. A. Melnik // Ecology, Environment and Conservation. – Vol. 22, Issue 3, 2016, Pages 1493–1496.

СЕКЦИЯ 1

ПРИМЕНЕНИЕ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ БЫТА, ПРОМЫШЛЕННОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ

УДК 631.82 : 633.63 : 633.1

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ СЕВООБОРОТА С САХАРНОЙ СВЕКЛОЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В ЦЧР

Минакова Ольга Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова», *Россия, Воронежская обл., пос. Рамонь*, olalmin2@rambler.ru

Александрова Людмила Валерьевна, ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова», *Россия, Воронежская обл., пос. Рамонь*

Подвигина Татьяна Николаевна, ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова», *Россия, Воронежская обл., пос. Рамонь*

Куницын Дмитрий Алексеевич, ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова», *Россия, Воронежская обл., пос. Рамонь*

Под влиянием удобрений содержание токсичных и радиоактивных элементов в основной продукции севооборота снижалось, кроме Cr в корнеплодах и Cs-137 в зерне озимой пшеницы. Дозы $N_{45}P_{45}K_{45} + 25-50$ т/га навоза и $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза оптимизировали химический состав растений.

Ключевые слова: удобрения, навоз, экологическое качество, сахарная свекла, севооборот, радиоактивные элементы, токсичные элементы.

ECOLOGICAL QUALITY OF PRODUCTS OF CROP ROTATION WITH SUGAR BEET WHEN APPLYING FERTILIZERS FOR A LONG TIME

Minakova O. A., Alexandrova L. V., Podvigina T. N., Kunitsyn D. A.

Under influence of fertilizers, content of toxic and radioactive elements in main products of crop rotation was reduced except Cr in beet roots and Cs-137 in winter wheat grain. The doses of $N_{45}P_{45}K_{45} + 25-50$ ton/ha of manure and $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ ton/ha of manure optimized chemical composition of plants.

Keywords: fertilizers, manure, ecological quality, sugar beet, crop rotation, radioactive elements, toxic elements.

Применение минеральных удобрений в сочетании с навозом способно повышать урожайность культур, но наличие в составе туков примесей может негативно влиять на качество продукции. Токсичные элементы в составе растений опасны по следующим причинам: под влиянием мышьяка отмечается снижение усвояемости растениями элементов минерального питания и эффективности работы корневой системы [3]; соединения ртути практически прекращают деятельность ферментов [4]; Cs^{-137} и Sr^{-90} обладают исключительной способностью включаться в экологические цепи, создавая источники длительного облучения в живых организмах [1]. Применение удобрений способствует улучшению экологического качества продукции, снижению содержания Cs^{-137} на 63–67 % в свекле, 68–78 % – в зерновых [2].

В исследованиях, проведенных в 2014–2016 гг. в стационарном опыте по внесению удобрений (9-польный зернопаропропашной севооборот с 2 полями сахарной свеклы), год закладки – 1936 (Рамонский р-н, Воронежская обл.), навоз вносился в паровое поле, минеральные удобрения – под сахарную свеклу. В результате было установлено, что в вариантах с внесением $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза отмечалась тенденция к снижению содержания ртути на 9,1 % (таблица 1) в ботве сахарной свеклы. Отмечалась тенденция к снижению содержания цезия до 3,4 % во всех изученных вариантах, кроме варианта с дозой $N_{190}P_{190}K_{190}$.

В сухом веществе корнеплодов сахарной свеклы отмечалось достоверное снижение концентрации Cs^{-137} (на 4,63–7,36 %) (таблица 1), в наибольшей степени – при внесении $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, но повышение на 9,52–38,1 % Cr , более всего в вариантах $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ –50 т/га навоза. Была отмечена тенденция к снижению накопления Sr^{-90} до 4,44 %, повышению до 8,70 % Hg , более всего зависимость проявилась в вариантах $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, содержание As не изменялось. В ботве свеклы содержалось в 1,5–2,0 раза больше токсичных элементов, чем в корнеплодах.

Таблица 1 – Содержание элементов в сухом веществе растений сахарной свеклы, мг/кг
(числитель – ботва, знаменатель – корнеплоды)

Вариант	Hg	As	Sr^{-90}	Cs^{-137}	Cr
	мг/кг		Бк/кг		мг/кг
Без удобрений	<u>0,011</u> 0,0046	<u>0,031</u> 0,030	<u>4,77</u> 2,93	<u>6,97</u> 3,67	<u>0,58</u> 0,42
$N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза	<u>0,010</u> 0,0060	<u>0,029</u> 0,030	<u>4,80</u> 2,93	<u>6,80</u> 3,50	<u>0,58</u> 0,61
$N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза	<u>0,011</u> 0,0046	<u>0,0285</u> 0,030	<u>4,73</u> 2,87	<u>6,73</u> 3,50	<u>0,57</u> 0,58
$N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза	<u>0,010</u> 0,0050	<u>0,030</u> 0,030	<u>4,73</u> 2,83	<u>6,80</u> 3,43	<u>0,57</u> 0,58
$N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза	<u>0,010</u> 0,0046	<u>0,0297</u> 0,030	<u>4,70</u> 2,97	<u>6,73</u> 3,40	<u>0,57</u> 0,58
$N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза	<u>0,011</u> 0,0046	<u>0,0270</u> 0,030	<u>4,70</u> 2,93	<u>6,77</u> 3,57	<u>0,65</u> 0,46
$N_{190}P_{190}K_{190}$	<u>0,011</u> 0,0070	<u>0,0285</u> 0,030	<u>4,73</u> 2,80	<u>6,97</u> 3,40	<u>0,54</u> 0,48
HCP_{05}	-	-	-	<u>0,21</u>	<u>0,035</u>
ПДК	<u>0,01</u>	<u>1,0</u>	<u>40,0</u>	<u>80</u>	<u>1,0</u>

В зерне озимой пшеницы последствие удобрений и прямое действие навоза проявилось в достоверном увеличении на 7,1–25,0 % Cs^{-137} (таблица 2) и снижении на 20,0–40,0 % концентрации Hg , более всего в вариантах $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза. Отмечена тенденция к повышению до 12,9 % Sr^{-90} при $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$. В соломе достоверно было выявлено повышение содержания Cs^{-137} и снижение As (на 5,1–11,4 и 4,17–12,5 % соответственно). Вне зависимости от доз удобрений радиоактивных элементов больше содержалось в соломе, чем в зерне.

Таблица 2 – Содержание элементов в сухом веществе озимой пшеницы и клевера
(числитель – в зерне, знаменатель – в соломе), мг/кг

Вариант	Озимая пшеница				Клевер			
	Hg	As	Sr^{-90}	Cs^{-137}	Hg	As	Sr^{-90}	Cs^{-137}
	мг/кг		Бк/кг		мг/кг		Бк/кг	
Без удобрений	<u>0,005</u> 0,006	<u>0,021</u> 0,024	<u>3,1</u> 8,7	<u>2,8</u> 7,9	0,012	0,029	8,8	4,9
$N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза	<u>0,007</u> 0,004	<u>0,021</u> 0,023	<u>3,3</u> 9,1	<u>3,1</u> 8,3	0,010	0,028	8,6	4,0
$N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза	<u>0,003</u> 0,006	<u>0,021</u> 0,023	<u>3,1</u> 8,5	<u>3,0</u> 8,3	0,010	0,028	8,9	4,3
$N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза	<u>0,004</u> 0,006	<u>0,020</u> 0,023	<u>3,0</u> 8,0	<u>3,1</u> 8,0	0,011	0,028	8,9	4,7
$N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза	<u>0,004</u> 0,004	<u>0,022</u> 0,024	<u>3,5</u> 8,1	<u>3,5</u> 7,8	0,010	0,029	8,8	4,5
$N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза	<u>0,005</u> 0,005	<u>0,022</u> 0,022	<u>2,9</u> 8,9	<u>2,9</u> 8,5	0,011	0,029	8,7	4,1
$N_{190}P_{190}K_{190}$	<u>0,004</u> 0,005	<u>0,020</u> 0,021	<u>3,4</u> 8,5	<u>3,4</u> 8,8	0,011	0,028	8,9	4,4
HCP_{05}	<u>0,0005</u> -	- 0,0015	- 0,02	<u>0,22</u> 0,32	0,0008	-	-	0,30
ПДК[5]	<u>0,03</u> -	<u>0,2</u> -	<u>11,0</u> -	<u>137,0</u> -	0,1	2,0	100	180

В зеленой массе клевера было отмечено снижение содержания Hg на 8,33–16,7 % (таблица 2), в наибольшей степени при последствии $N_{45}P_{45}K_{45} + 25-50$ т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза. Также снижалось содержание Cs^{-137} на 4,1–18,4 %, более всего при $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза и $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза.

Следовательно, в химическом составе основной продукции севооборота под влиянием удобрений происходили следующие изменения: в корнеплодах свеклы отмечалось повышение содержания Cr, но снижение Cs^{-137} ; в зерне озимой пшеницы: повышение Cs^{-137} , но снижение Hg; в зеленой массе клевера – снижение Cs^{-137} и Hg. Химический состав ботвы не изменялся, в соломе – снижалось содержание As и повышалось Cs^{-137} . Дозы $N_{45}P_{45}K_{45} + 25-50$ т/га навоза и $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза способствовали наименьшему концентрированию изученных элементов. Побочная продукция содержала больше токсичных элементов, чем основная. Содержание ни одного элемента не превышало ПДК, и, следовательно, при использованных дозах удобрений опасности загрязнения продукции не прогнозируется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексахин Р. М. Роль агрохимии в реабилитации радиоактивно загрязненных земель // Р. М. Алексахин, Н. И. Санжарова / Тезисы докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию юбилею академика Д. Н. Прянишникова. — М. : ВНИИА, 2015. — С. 11–16.
2. Коренев В. Б. Влияние возрастающих доз калийных удобрений на урожай и накопление ^{137}Cs сельскохозяйственными культурами / В. Б. Коренев, Л. А. Воробьева // Агрохимический вестник, 2016. — № 2. — С. 20–22.
3. Курманбаева А. С. Изменение ацидофилирующей активности корней под влиянием мышьяка / А. С. Курманбаева, Н. М. Сафонова, Б. А. Сарсенбаев // Плодородие, — 2008. — № 3. — С. 33–34.
4. Орлов Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д. С. Орлов, Л. И. Садовникова, И. Н. Лозановская. — М : Высшая школа, 2002. — 334 с.
5. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности зерна. Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 874.

УДК 631.8:574.2

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ БИОУГЛЕЙ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ И ИЛОВ СТОЧНЫХ ВОД

- Кулагина Валентина Ивановна**, кандидат биологических наук, зав. лабораторией экологии почв, ИПЭН АН РТ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, viksoil@mail.ru
- Грачев Андрей Николаевич**, доктор технических наук, профессор, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, energolesprom@gmail.com
- Рязанов Станислав Сергеевич**, научный сотрудник, ИПЭН АН РТ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, erydit@yandex.ru
- Кольцова Татьяна Геннадьевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ИПЭН АН РТ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, t@shmain.ru
- Сунгатуллина Люция Мансуровна**, старший научный сотрудник, ИПЭН АН РТ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, sunlyc@yandex.ru

Установлено, что водная вытяжка из березового биоугля не является фитотоксичной и оказывает стимулирующее действие на всхожесть семян пшеницы. Влияние водной вытяжки биоугля илов сточных вод на прорастание семян в значительной степени зависит от температуры его получения. **Ключевые слова:** пиролиз, биоуголь, илы сточных вод, всхожесть, водная вытяжка.

EVALUATION OF PHYTOTOXICITY OF BIOGLEA FROM WASTE WOOD AND SEWAGE SLUDGE

*Kulagina V. I., Grachev A. N., Ryazanov S. S.,
Koltsova T. G., Sungatullina L. M.*

It is established that aqueous extract of birch biochar is not phytotoxic and has a stimulating effect on the germination of wheat seeds. The effect of the aqueous extract of the bio-coal of sewage sludge on the germination of seeds depends to a large extent on the temperature of its production.

Keywords: pyrolysis, biochar, sewage sludge, germination, aqueous extract.

Каждый год в мире производится огромное количество бытовых и промышленных отходов, часть из которых, по крайней мере, рационально использовать для повышения продуктивности агроландшафтов. Например, только в России образуется около 2,6 млн/т в год иловых осадков бытовых сточных вод в пересчете на сухое вещество [3], количество отходов деревообрабатывающих предприятий России составляет более 70 млн м³[1]. Для всех этих отходов актуален вопрос наиболее рационального способа утилизации.

Очень перспективным методом считается пиролиз всех этих отходов с последующим внесением в почву. Пиролиз – это термическое разложение органической биомассы без доступа окислителя [1, 4]. Одним из продуктов пиролиза является биоуголь, который рекомендуется в качестве улучшающей свойства почвы добавки. Однако если древесный биоуголь изучается уже давно и в некоторых странах, например в США, разрешен к применению даже в органическом земледелии [6], то с биоуглем из осадков сточных вод ситуация обстоит сложнее.

Илы бытовых сточных вод содержат много, пригодных для питания растений (соединения азота, фосфора), именно утилизация илов сточных вод представляет собой гораздо большую проблему, чем отходов древесины. Иловые осадки бытовых сточных вод содержат патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов, тяжелые металлы. Поэтому вносить их в сельскохозяйственные почвы без предварительной обработки нельзя. Пиролиз является перспективным способом обработки илов сточных вод, после чего продукт пиролиза уже не содержит патогенов, уменьшается в объеме, по некоторым данным уменьшается подвижность тяжелых металлов [5].

Тем не менее данный способ переработки илов сточных вод еще не очень распространен в мире. Исследования по воздействию на свойства почв и урожайность сельскохозяйственных культур также пока немногочисленны и довольно противоречивы. В этом случае наиболее благоприятным свойством можно считать отсутствие фитотоксического эффекта.

Целью наших исследований было сравнить фитотоксичность березового биоугля и двух биоуглей из иловых осадков сточных вод, полученных при разных режимах термической обработки.

Биоуголь был получен с применением установки быстрого пиролиза FPP02, которая является запатентованной разработкой компании ООО «Энерголеспром», г. Казань. Фитотестирование проводилось согласно ГОСТ 12038-84 по всхожести семян пшеницы яровой (*Triticum vulgare L.*) сорта «Экада 109». Данная тест-культура была выбрана, как дающая наиболее стабильные результаты в опыте. Семена прорастивались в чашках Петри, на двух слоях фильтровальной бумаги, увлажненных водной вытяжкой из биоуглей, неразбавленной и разбавленной в разных соотношениях: 1:1, 1:9, 1:19, 1:49, 1:99. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Водная вытяжка из биоуглей была получена согласно ГОСТ 4453-74.

В соответствие с полученными нами данными водная вытяжка из березового биоугля не оказала токсического действия на прорастание семян пшеницы (рисунок), что подтверждает полученные ранее результаты [2, 3]. Более того, статистическая обработка результатов показала достоверное стимулирующее действие на всхожесть семян пшеницы при разбавлениях исходной водной вытяжки 1:9 и 1:19. Следует отметить, что результаты экспериментов по фитотестированию биоугля из илов сточных вод, проводившихся исследователями раз-

ных стран, весьма противоречивы. Были получены как положительные, так и отрицательные результаты. По-видимому, большую роль играет состав исходного сырья, но, как оказалось, не менее важное значение имеет также режим термической обработки. Биоуголь из илов сточных вод имеет разный состав и свойства в зависимости от температуры его получения. Это подтверждают и опыты по фитотестированию.

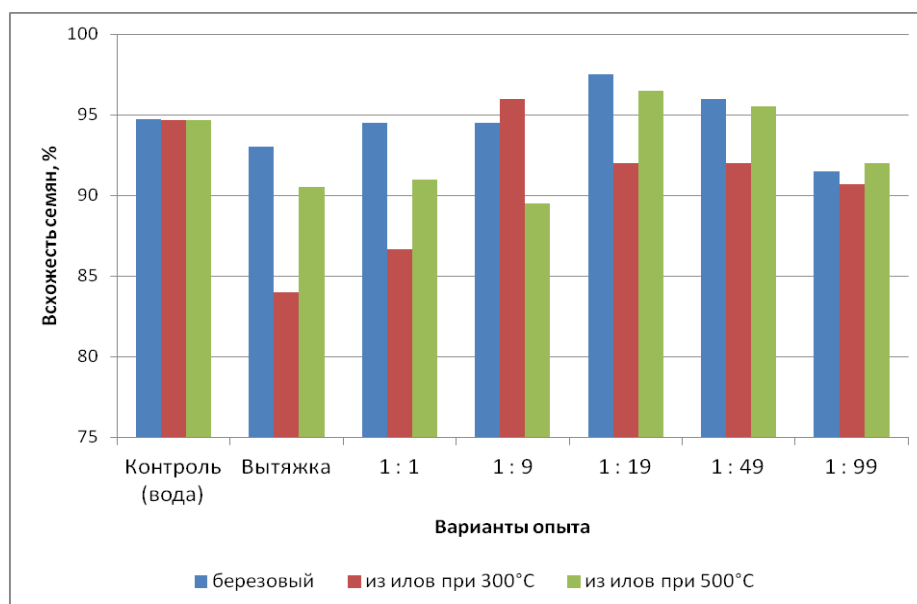


Рисунок – Влияние водной вытяжки из биоугля на всхожесть семян пшеницы

Согласно полученным нами данным, неразбавленная водная вытяжка из низкотемпературного биоугля (полученного при 300 °C) вызывает достоверное снижение всхожести семян пшеницы (рисунок). При разбавлении вытяжки достоверный токсический эффект не наблюдается. Водная вытяжка из биоугля, полученного при более высокой температуре (500°C), не оказала токсического воздействия на всхожесть семян пшеницы даже в неразбавленном виде. Наблюдается тенденция к стимуляции всхожести семян при разбавлении 1:19 (рисунок), но она не подтверждена статистически.

Из трех изученных нами видов биоугля наиболее благоприятное (стимулирующее) воздействие на всхожесть семян пшеницы оказывает березовый биоуголь. Высокотемпературный уголь из илов сточных вод не оказал токсического действия на всхожесть, его стимулирующее воздействие не было статистически подтверждено. Худшими свойствами обладает низкотемпературный биоуголь из илов сточных вод, хотя достоверное токсическое действие наблюдается только при больших концентрациях.

При дальнейших опытах по использованию биоугля в качестве улучшителя почв и для повышения продуктивности биогеоценозов наиболее перспективным представляется использовать древесный уголь, а также высокотемпературный уголь из илов сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грачев А. Н. Термохимическая переработка лигноцеллюлозного сырья в биотопливо и химические продукты / А. Н. Грачев, А. А. Макаров, С. А. Забелкин, В. Н. Башкиров // Вестник Казанского технологического университета. – 2013 – Т. 16. – № 21 – С. 109–111.
2. Кулагина В. И. Фитотестирование водной вытяжки как биологический метод интегральной оценки влияния биоугля на почву / В. И. Кулагина, Б. Р. Григорьян, А. Н. Грачев, С. С. Рязанов, Т. Г. Кольцова // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 14. – С. 128–133.
3. Плеханова И. О. Степень самоочищения агродерново-подзолистых супесчаных почв, удобренных осадком сточных вод / И. О. Плеханова // Почвоведение. – 2017. – № 4 – С. 506–512.
4. Способ термической переработки органосодержащего сырья: Патент 2395559 Российской Федерации МПК C10B57/10, C10B51/00, C10B47/00, C10B49/02. / А. Н. Грачев,

В. Н. Башкиров, С. А. Забелкин, А. А. Макаров, Д. В. Тунцев, Р. Г. Хисматов; патентообладатель(и): Общество с ограниченной ответственностью "ЭнергоЛесПром" – № 2009108597/04, заявл. 10.03.2009, опубл. 27.07.2010.

5. Liu T. Nutrients and Heavy Metals in Biochar Produced by Sewage Sludge Pyrolysis: Its Application in Soil Amendment / T. Liu, B. Liu, W. Zhang // Polish Journal of Environmental Studies. – 2014. – Vol. 23 – №.1 – P. 271–275.

6. Major, J. Guidelines on Practical Aspects of Biochar Application to Field Soil in Various Soil Management Systems / J. Major. – IBI, 2010. – P. 23.

УДК 504.064.4

ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Сафранов Тамерлан Абисалович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Одесский государственный экологический университет, *Украина*, г. Одесса, safranov@ukr.net

Шанина Татьяна Петровна, кандидат химических наук, доцент, Одесский государственный экологический университет, *Украина*, г. Одесса, tatyana.shanina@gmail.com

Приходько Вероника Юрьевна, кандидат географических наук, доцент, Одесский государственный экологический университет, *Украина*, г. Одесса, vks26@ua.fm

Доминирующая часть твердых бытовых отходов (ТБО), образующихся на территории регионов Украины вывозится на свалки («полигоны»), которые являются источником негативного воздействия на окружающую среду, поэтому увеличение доли утилизируемых отходов является важным фактором улучшения экологических и социально-экономических условий населения. Отделение легкоразлагающейся органической составляющей ТБО в момент её образования позволит достичь уровня «нулевых отходов» с возвратом биогенных элементов и подвижного углерода в составе экологически безопасного органоминерального удобрения в биогеохимический круговорот.

Ключевые слова: твёрдые бытовые отходы, обращение, утилизация, органоминеральное удобрение.

THE POSSIBILITIES OF ORGANOMINERAL FERTILIZER RECEIVING FROM ORGANIC PART OF MUNICIPAL SOLID WASTE

Safranov T. A., Shanina T. P., Prykhodko V. Y.

The main part of municipal solid waste (MSW), generating on territory of Ukraine regions, is removed on dumps ("landfills"), which are a source of negative impact on environment. That's why the increasing of recoverable waste part is an important factor for improvement of environmental and social-economic conditions. The separation of easy-decomposed organic component of MSW in the moment of its generation allows to reach "zero waste" level with returning of biogenic elements and active carbon consisting of environmental safety organomineral fertilizer in biogeochemical circulation.

Keywords: municipal solid waste, treatment, recovery, organomineral fertilizer

Все разнообразие подходов к обращению с твердыми бытовыми отходами (ТБО) в Украине, фактически сводится к их размещению на свалках («полигонах») либо переработке. По официальным данным (Национальная стратегия управления отходами в Украине до 2030 года, одобренная КБУ от 8.11.2017 г. № 820) в 2016 г. сжиганию было подвергнуто 3,09 % (1,53 млн м³) образовавшихся ТБО, на мусороперерабатывающие комплексы было направлено лишь 3,09 % (1,53 млн м³) и около 0,003 % (2 тыс. м³) – компостировано. Существенно доминирующая часть ТБО (около 94 %) была вывезена на «полигоны» и свалки, около 30 % которых не отвечает нормам экологической безопасности. По экспертным оценкам более 99 % функционирующих «полигонов» не отвечают европейским требованиям. Кроме того, ежегодно на территории регионов Украины образуется более 27 тыс. несанкционированных свалок ТБО, которые являются источником негативного воздействия на окружающую среду.

Хотя стратегия управления и обращения с ТБО в Украине нацелена на переход к возможно большей роли переработки, реально она пока применяется ограниченно.

Проблема утилизации ТБО является весьма актуальной для Одесской промышленно-городской агломерации (ПГА), которая простирается вдоль побережья северо-западной части Чёрного моря на 120 км. Одесская ПГА состоит из городов Одесса (областной центр), Белгород-Днестровский, Черноморск, Теплодар, Южный и населённых пунктов прилегающей территории. Численность населения – 1546,6 тыс. чел., площадь – 9780 км², плотность населения – 158,1 чел./км². В пределах Одесской ПГА, где проживает около половины населения Одесской области Украины, в течение года накапливается около 1 млн т ТБО.

Возрастающие объёмы образования отходов производства и потребления являются одной из составляющих прогрессирующей антропогенной нагрузки и ухудшения качества окружающей среды. В то же время в Одесской ПГА практически нет системы раздельного сбора (например, в городах Беляевка и Черноморск отделяют не более 3 % от общего потока ТБО) и рециклинга, отсутствует практика сортировки ТБО, поэтому их большая часть удаляется на «полигоны» (свалки), санитарное состояние которых, как правило, не отвечает требованиям экологической безопасности. Возможности для создания новых полигонов из-за дефицита земельных ресурсов и специфичных гидрогеологических условий и других факторов весьма ограничены. Степень утилизации ТБО незначительна, хотя имеются мощности для переработки макулатуры, отходов пластмасс, стекла и текстиля, изношенных шин.

Авторами настоящего сообщения разработан ряд предложений [1, 3], внедрение которых будет способствовать достижению уровня «нулевых отходов» с переводом потока ТБО в состояние вторичных материальных ресурсов, альтернативного энергоресурса (биогаз) и качественного органоминерального удобрения с сохранением в нем биогенных элементов и подвижного углерода. Одновременно решается проблема неконтролируемого поступления в окружающую среду парниковых газов (компонентов биогаза).

В морфологической структуре ТБО Одесской ПГА преобладает легко разлагающаяся органическая фракция (отходы рынков, городских зеленых хозяйств, муниципальной сети питания, канализации, отходы домохозяйств), которую предлагается выделить в отдельный поток: пищевые отходы, опавшие листья, отходы от стрижки зеленых изгородей, газонов и деревьев, избыточный активный ил (с обязательным контролем ионов тяжелых металлов). Отделение легкоразлагающейся органической фракции должно происходить в момент её образования, что предотвратит снижение качества составляющих основного потока ТБО, стабилизирует их, а также предохранит отделенную органическую составляющую отходов от попадания в неё опасных и нежелательных примесей (битого стекла, фаянса, ионов тяжелых металлов и т. п.). Выполнение этого условия позволит снабдить качественным исходным ресурсом предприятия биохимической переработки, целевой продукцией которых являются биогаз и органоминеральное удобрение. Включение смета в этот поток не нарушает требования безопасности конечной продукции, так как в состав смета входят (%): песок – 31, глина – 21, «земля» – 32, ветки – 4, галька, камни – 12 [2].

Оставшийся после отделения легкоразлагаемой органической фракции поток ТБО представляет собой стабилизированную смесь потенциальных вторичных материальных ресурсов, кондиционность которых может быть сохранена до момента сортировки и последующей утилизации.

Конечной продукцией при такой системе обращения с ТБО могут быть: 1) биогаз (до 90 % метан); 2) органоминеральное удобрение (результатом анаэробной ферментации органической фракции ТБО является не только образование биогаза, но и минерализация азота, фосфора, калия и других микроэлементов), отвечающее требованиям экологической безопасности, предназначенное для использования в сельском и городском зеленом хозяйствах (отсутствие битого стекла, фаянса, тяжелых металлов и прочих недопустимых и нежелательных примесей); 3) пакетированные вторичные ресурсы; 4) инертные отходы, которые можно использовать как наполнители при производстве бетона.

Сравнительная стоимость конечной продукции (таблица) наглядно подтверждает необходимость отделения легкоразлагающейся органической фракции в момент ее образования (для недопущения смешивания её с общим потоком ТБО), что сможет обеспечить сбыт получаемого органоминерального удобрения.

Таблица – Сравнительная стоимость конечной продукции комплексного обращения с твёрдыми бытовыми отходами (на примере Одесской промышленно-городской агломерации)

Компоненты ТБО	Составляющие компоненты ТБО	Среднее содержание		Цена, грн./кг	Возможная стоимость конечной продукции, тыс. грн./год
		%	тыс. т /год		
Легкоразлагающаяся органическая фракция	Пищевые и садово-парковые отходы	40,02	241,16	Биогаз 58000 тыс. м ³ /год (эквивалент 46400 тыс.м ³ природного газа, 6957,9 грн./1000м ³)	322846,57
	Древесина	1,2	7,23		
	Смет	22,78	137,27	Органоминеральное удобрение 84,85 тыс. т/год (550 грн./т)	46667,50
		64,00	385,66		
Инертные минеральные крупногабаритные отходы	Строительные отходы, камни	9,74	58,69	0,2	11,74
Потенциальные вторичные материальные ресурсы	Макулатура	7,26	43,75	5,0	218,75
	Стекло	6,93	41,76	0,6	25,1
	Полимеры	7,07	42,60	10,0	426,0
	Металл черный	1,70	10,24	5,9	60,4
	Металл цветной	0,30	1,81	146	264,26
	Текстиль	2,33	14,0	0,65	9,1
ИТОГО		35,36	212,85		1015,35
Опасные		0,67	4,0		
ИТОГО		100	602,6		370529,42

Таким образом, внедрение комплексной системы обращения с ТБО за счет отделения легкоразлагающейся органической составляющей ТБО в момент ее образования позволит достичь уровня «нулевых отходов» с возвратом биогенных элементов и подвижного углерода в составе экологически безопасного органоминерального удобрения в биогеохимический круговорот. Утилизация легкоразлагающейся органической составляющей ТБО может осуществляться и на установках, которые ориентированы на использовании отходов сельскохозяйственного производства, образующихся в хозяйствах Одесской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кориневская В. Ю. Отходы городских систем как потенциальный ресурс и источник загрязнения окружающей природной среды / В. Ю. Кориневская, Т. А. Сафранов, Т. П. Шанина // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2011. – Вип. 11. – С. 27–34.
2. Розов К. А. Исследование состава твердых бытовых отходов / К. А. Розов, В. В. Афтаниук // Вісник ОДАБА. – 2012. – Вип. 48. – С. 55–58.
3. Сафранов Т. А. Оптимизация системы управления и обращения с муниципальными отходами в контексте устойчивого развития урбанизированных территорий / Т. А. Сафранов, Т. П. Шанина, Е. Р. Губанова, В. Ю. Приходько // International Journal of Sustainable Development (Bulgaria). – 2014. – № 16. – С. 11–18.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
И ФАСОЛИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВЫРАЩИВАНИИ НА КЕМБРИЙСКОЙ
ГЛИНЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ВЫРАЩИВАНИЯ
(МОНОКУЛЬТУРА, СОВМЕСТНЫЙ ПОСЕВ)**

Синявина Надежда Георгиевна, кандидат биологических наук, ФГБНУ АФИ, Россия,
г. Санкт-Петербург

В регулируемых условиях изучали особенности формирования почвенно-растительной системы при длительном выращивании яровой пшеницы и фасоли на кембрийской глине. Наблюдали более интенсивную трансформацию корнеобитаемой среды в варианте совместного посева, при этом продуктивность обеих культур при выращивании в смеси была выше на 30–60 % по сравнению с одновидовыми посевами. Для совместного посева на протяжении 12 вегетаций растений отмечалось более низкое содержание золы в надземной массе и зерне обеих культур, а также более низкое содержание нитратного азота в листьях вегетирующих растений, что, вероятно, связано с характером накопления и трансформации органического вещества в минеральном почвозаменителе в зависимости от способа выращивания растений.

Ключевые слова: кембрийская глина, регулируемые условия, корнеобитаемая среда, яровая пшеница, кутовая фасоль, монокультура, совместное выращивание, органическое вещество, показатели продуктивности, качественный состав растительной продукции.

**PRODUCTIVITY AND QUALITY OF PLANTS OF SPRING WHEAT
AND BEANS WITH LONG-TERM GROWING ON CAMBRIAN CLAY DEPENDING
ON THE WAY OF GROWING (MONO-CULTURE, CO-CULTIVATION)**

Sinyavina N. G.

Under controlled conditions, the features of the formation of the soil-plant system were studied during the long-term cultivation (12 vegetations of plants) of spring wheat and green beans on Cambrian clay. A more intensive transformation of the mineral soil substitute - habitat of root systems, in the co-cultivation variant was observed, and the productivity of both cultures during cultivation in the mixture was higher by 30–60 % compared to single-species crops. A lower ash content was observed in the above-ground mass and seeds of both crops, as well as a lower content of nitrate nitrogen in the leaves of vegetative plants for co-cultivation variant, which is probably related to the nature of the accumulation and transformation of organic matter in the mineral soil substitute in dependence from the way of growing plants.

Key words: Cambrian clay, controlled conditions, root environment, spring wheat, green beans, monoculture, co-cultivation, organic matter, productivity parameters, qualitative composition of plants.

Введение. Исследование почвообразовательного процесса, возникающего уже на первых этапах взаимодействия растений и сопутствующей биоты с минеральными субстратами, а также особенностей формирования почвенно-растительных систем в зависимости от применяемых способов выращивания, актуально как для создания научно обоснованной стратегии ускоренной рекультивации техногенно нарушенных агроландшафтов, так и для восстановления плодородия почв в деградированных агроэкосистемах. Регулируемая агроэкосистема позволяет значительно ускорить проведение такого рода исследований, так как в ней возможно выращивание растений при заданных параметрах среды в течение всего календарного года.

Целью данной работы являлось изучение особенностей формирования почвенно-растительной системы, в частности, изменения продуктивности и качественного состава растений при длительном выращивании яровой пшеницы и фасоли на кембрийской глине в зависимости от способов культивирования растений – монокультура (чистые посевы) или совместный посев.

Материалы и методы. В качестве корнеобитаемой среды (КС) использовали исходно абиогенную материнскую породу – кембрийскую глину, на которой в течение 12 вегетаций выращивали яровую мягкую пшеницу с. Сиете-Церрос и стручковую фасоль с. Сладкий ку-

раж в вариантах монокультуры (чистые посевы) и совместного выращивания. Полив осуществляли водопроводной водой, подкормку растений – питательным раствором Кнопа. Лотки с растениями размещали на вегетационно-облучательных установках, оборудованных лампами ДНаТ-400, освещенность составляла 20–25 кЛк, температуру поддерживали на уровне 22 ± 3 °С, влажность воздуха – 60–70 %.

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, в ходе и по окончании вегетаций отбирали пробы растительного материала и кембрийской глины для проведения микробиологических, химических и других анализов, оценивали основные показатели роста и продуктивности растений. Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Excel 2010.

Результаты и обсуждение. Длительное культивирование растений на кембрийской глине сопровождалось значительными изменениями физических и биотических свойств КС, что оказало большое влияние на рост и продуктивность растений, а также их качественный состав.

Максимальная продуктивность пшеницы наблюдалась в первой вегетации и составляла $7,4 \pm 0,6$ г зерна/растение для чистого и $9,6 \pm 0,9$ для совместного с фасолью. В то же время продуктивность фасоли в первой вегетации была самой низкой в обоих вариантах опыта ($1,6 \pm 0,2$ для чистого и $2,1 \pm 0,2$ для совместного с пшеницей г зерна/растение). Столь различная реакция злаковой и бобовой культур объясняется, по-видимому, с одной стороны, богатым минералогическим и химическим составом исходной кембрийской глины и связанными с этим благоприятными для пшеницы условиями минерального питания; с другой стороны, отсутствием клубеньков – эффективного симбиоза с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium*, оказывающими значительное влияние на формирование урожая бобовых растений, – на корнях фасоли в первой вегетации. Начиная со второй вегетации наблюдали появление клубеньков на корнях фасоли и в дальнейшем увеличение их количества, что сопровождалось повышением продуктивности растений.

Динамика продуктивности пшеницы носила колебательный характер, при этом во второй-двенадцатой вегетациях происходило снижение данного показателя, особенно в варианте монокультуры, где его значение составляло 40–60 % от первоначального уровня. В целом за 12 вегетаций надземная масса и масса зерна с растения в варианте совместного посева превышала аналогичные показатели в монокультуре на 49 и 62 % соответственно, главным образом за счет большего количества продуктивных побегов, длины колосьев, а также числа и массы зерен в колосе. Масса 1000 зерен также была статистически достоверно ($P \leq 0,05$) в среднем на 6 %, выше в варианте совместного посева.

В отличие от пшеницы, в монокультуре фасоли не наблюдали снижения продуктивности растений в зависимости от срока использования субстрата. Динамика продуктивности фасоли также носила колебательный характер в обоих вариантах посева, при этом со второй по четвертую вегетации наблюдали повышение данного показателя. На более поздних сроках (в 8–12 вегетациях) происходила стабилизация продуктивности фасоли на достаточно высоком уровне, в 2,5–3 раза превышающем показатели в первой вегетации. В целом за 12 вегетаций растений превышение продуктивности фасоли в варианте совместного посева по сравнению с монокультурой составило 33 %, главным образом за счет большего количества стручков и числа зерен; масса 1000 зерен была сходной в обоих вариантах опыта.

Взаимное положительное влияние бобового и зернового (злакового) компонентов при совместном посеве, согласно литературным данным, объясняется комплексом факторов: улучшением азотного питания небобового компонента смеси за счет поступления в субстрат биологически фиксированного клубеньковыми бактериями азота и интенсификации процессов его трансформации в КС; взаимным положительным влиянием корневых выделений и метаболитов разных по биологии культур друг на друга; более низким содержанием аллелопатически активных веществ в субстрате и менее выраженными процессами почвоутомления; уменьшением конкуренции за источники питания; лучшей адаптацией к факторам окружающей среды.

Выявлено влияние длительности использования КС и способа культивирования на качественный состав получаемой растительной продукции. Содержание золы в надземных частях пшеницы и фасоли на протяжении всего опыта было выше в вариантах монокультуры по сравнению с растениями, выращиваемыми в совместном посеве. При этом для пшеницы различия были более существенны и составляли 105–146 % для вегетативных органов (стебель и листья) и 111–133 % для зерна в зависимости от вегетации. У фасоли разница в содержании золы между чистым и совместным посевами составляла 103–114 %, что отмечается нами на уровне четко выраженной тенденции.

Анализ содержания нитратного азота (N-NO_3) также выявил более низкое содержание нитратов в зеленых листьях растений пшеницы и фасоли при их совместном посеве, различия по данному показателю составляли 8–40 % в зависимости от вегетации. Различия в содержании золы и накоплении нитратов в растениях объясняются, по-видимому, особенностями протекающих в КС процессов накопления и трансформации органического вещества в чистых посевах и при совместном выращивании бобовой и злаковой культур.

Заключение. В условиях РАЭС проведены исследования динамики продуктивности и качественного состава растений пшеницы и фасоли при выращивании на кембрийской глине в варианте чистого посева и смеси. Выявлено взаимное положительное влияние фасоли и пшеницы друг на друга при их совместном посеве, выражающееся в существенном повышении продуктивности обеих культур. В варианте монокультуры у пшеницы и фасоли отмечено более высокое содержание золы и N-NO_3 .

УДК 674.8

НАПРАВЛЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Меркелов Владимир Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», *Россия, г. Брянск*, vmerkelov55@mail.ru

Рассматриваются направления использования древесных отходов, в том числе подвергшихся радиоактивному загрязнению. Приведены данные по содержанию радионуклидов в древесной золе после их сжигания с целью получения тепловой энергии.

Ключевые слова: древесные отходы, радиоактивное загрязнение, сжигание, древесная зола, утилизация.

DIRECTIONS OF UTILIZATION OF WOOD WASTE

Merkelov V. M.

The directions of use of wood waste, including undergone radioactive pollution are considered. Data on the content of radionuclides are provided in wood ashes after their burning for the purpose of obtaining thermal energy.

Keywords: wood waste, radioactive pollution, combustion, wood ashes, utilization.

Считается, что древесина как натуральное сырье не может угрожать окружающей среде, однако безвредность древесных отходов зависит от вида, количества и способа утилизации. Количество и качество отходов обусловлено профилем продукции и применяемой на данном предприятии технологией. Поэтому важнейшим классификационным критерием применения отходов древесины является степень ее загрязнения опасными для окружающей среды химическими веществами.

Главным направлением утилизации отходов является их использование в других производствах как вторичного сырья для изготовления новых материалов или как энергетического сырья. Направление и метод утилизации зависит от вида древесных отходов, а также от других факторов, среди которых можно назвать такие, как степень концентрации, транспортные расходы и т. п. Отходы могут иметь технологическое применение как

вторичное сырье, если имеется достаточное их количество и они имеют устоявшееся качество, а изделия из них находят спрос и не создают дополнительных технико-технологических проблем, связанных с его дальнейшей утилизацией.

Можно говорить о трех главных направлениях утилизации отходов: материальный, энергетический, биологический. Возможны случаи, когда материал, особенно загрязненный вредными веществами, методика обезвреживания которых еще не разработана или недоступна, может быть временно храниться на складах, где предотвращается доступ этих веществ в землю, воду и воздух.

При переработке радиоактивно загрязненной древесины по предлагаемым технологиям [1] в нормативно чистую продукцию образуется порядка 40 % отходов, содержащих около 65 % от общего объема радионуклидов в использованном древесном сырье. Наиболее предпочтительными методами утилизации представляются измельчение радиоактивных отходов древесины непосредственно на лесосеке и захоронение их в специально подготовленные траншеи либо равномерное распределение по окружающей территории.

Переработка загрязненных радионуклидами материалов промышленного происхождения реализована практически во всех странах, имеющих развитую атомную энергетику, в том числе и в России. Изучены и реализованы технологии по обращению с активными зольными отходами – компактирование, иммобилизация, транспортировка и хранение. Оработаны схемы и технология очистки газовых и вентиляционных выбросов, получаемых при переработке отходов. С целью выбора метода и технологии утилизации отходов нами были отобраны древесные отходы производства – горбыли, рейки, опилки – в процентном соотношении, соответствующем лесопильному производству, и произведено озоление в муфельной печи. В таблице 1 представлены результаты испытаний на содержание в золе различных радионуклидов.

Таблица 1 – Радионуклидный состав золы

Радионуклид	Значение удельной активности золы	
	Ки/кг	Бк/кг
Cs-137	$6,63 \cdot 10^{-7}$	24560
Sr-90	$2,08 \cdot 10^{-7}$	7690
K-40	$7,35 \cdot 10^{-8}$	2721
Th-232	$1,34 \cdot 10^{-8}$	508
Ra-226	$4,30 \cdot 10^{-9}$	160

Из таблицы 1 видно, что в древесине основными элементами, обуславливающими загрязненность древесины, являются Cs-137 и Sr-90.

Удельная активность радионуклидов в золе на порядок превышает даже самую загрязненную часть древесины кору по содержанию Cs-137. Очевидно, что при утилизации отходов производства пиломатериалов термическими способами возникает необходимость в захоронении зольных элементов методами остекловывания или битумизации.

Анализ существующих методов переработки и использования радиоактивных древесных отходов показывает, что наиболее предпочтительными, с нашей точки зрения, являются термические методы (газификации) утилизации таких отходов. Метод газификации позволяет преобразовывать энергию биотоплива в тепловую или электрическую.

При реализации методов сжигания древесных отходов, содержащих радиоактивные элементы, возникает проблема, связанная с наличием смолистых включений в отходящих газах, что снижает эффективность и надежность их очистки от радиоактивных элементов. Для обеспечения более надежного способа очистки газов может быть выполнена с применением комбинирования «сухих» и «мокрых» процессов. Опытная установка, реализующая многоступенчатую систему газоочистки, изготовлена на Новозыбковском станкостроительном заводе.

Белорусскими учеными предлагается газогенератор для переработки древесных радиоактивных отходов [2], который позволяет уменьшить возможность загрязнения генераторного газа радиоактивными веществами при переработке древесины в районах, загрязненных

при аварии на ЧАЭС, что при большом объеме подлежащих переработке древесных отходов значительно повысит безопасность проведения таких работ.

Одним из преимуществ термической переработки является значительное уменьшение объема отходов, что значительно упрощает процесс захоронения радиоактивных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заикин А. Н. Технология и оборудование заготовки и переработки древесины, загрязненной радионуклидами : монография / А. Н. Заикин, В. М. Меркелов. – Брянск : БГИ-ТА, 2012. – 266 с.
2. Пат. № 2073926 Российская Федерация МПК G21F9/32. Газогенератор для переработки древесных радиоактивных отходов / Г. Г. Колчанов, А. В. Наганов, И. А. Савушкин, В. Д. Дубровский // Изобретения. Полезные модели. – 1997. – № 6.

УДК 631. 616

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Карасева Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский НИИ мелиорированных земель», *Россия, г. Тверь, volok123@gmail.com*

Иванов Дмитрий Анатольевич, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский НИИ мелиорированных земель», *Россия, г. Тверь, volok123@gmail.com*

Исследовалось применение компоста многоцелевого назначения (КМН) в зернофуражном севообороте на 4 типах элементарных геохимических ландшафтов. Внесение КМН способствует усилению воздействия ландшафтных условий на продуктивность возделываемых культур в первые 3 года с последствием и стабилизацией экономических показателей. Необходимы детальные экономические расчеты.

Ключевые слова: компост многоцелевого назначения (КМН), Нечерноземная зона, ландшафтные условия, агромикрорландшафты, экономическая оценка звена севооборота.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE MULTI-PURPOSE COMPOST ON DRAINED LANDS

Karaseva O. V., Ivanov D. A.

The use of compost of multi-purpose appointment (CMA) in grain-rotation crop rotation on 4 types of elementary geochemical landscapes was investigated. The introduction of CMA contributes to the intensification of the influence of landscape conditions on the productivity of cultivated crops in the first year with the aftereffect and the stabilization of economic indicators. Detailed economic calculations are required.

Key words: compost of multi-purpose appointment (CMA), Non-chernozem zone, landscape conditions, agrarian microlandscape, economic evaluation of link of crop rotation.

На современном этапе развития сельского хозяйства в нашей стране, на фоне увеличения объемов производства растениеводческой продукции возникает проблема воспроизводства почвенного плодородия. Наиболее распространенной в современных экономических условиях является растениеводческая специализация хозяйств с несоблюдением севооборотов и минимальным внесением удобрений, особенно органических. В Нечерноземной зоне это приводит к снижению почвенного плодородия и созданию напряженной экологической ситуации. В условиях дефицита удобрений и материальных ресурсов производство зерна и кормов можно значительно увеличить при внесении в почву компоста многоцелевого назначения (КМН), разработанного во ВНИИМЗ. По своим качественным показателям он не уступает зарубежным аналогам. Следует отметить его высокую эффективность – 1 т КМН

заменяет до 4 т торфонавозного компоста. При аэробной ферментации органического сырья происходит существенное обеззараживание субстрата – уничтожение болезнетворных микроорганизмов, спор и семян сорняков.

Важнейшей задачей применения КМН на практике является его адресное внесение в пределах агроландшафта с учетом особенностей баланса накопления и расхода влаги и элементов питания растений на каждом его элементе. Разработать приемы адресного внесения КМН можно только на основе изучения адаптивных реакций растений (изменения их урожайности) на ландшафтные условия в опыте с его применением. Целью данной работы явилось изучение адаптивных реакций растений зернотравяного севооборота на ландшафтные условия при внесении в почву компоста многоцелевого назначения для разработки мероприятий по его адресному внесению в условиях конкретных хозяйств.

Исследования проводились на агроэкологическом стационаре ВНИИМЗ, который расположен в пределах холма с относительным превышением 15 м с плоской вершиной и длинными пологими склонами. В его пределах выделено четыре типа элементарных геохимических ландшафтов, являющихся вариантами ландшафтно-полевого опыта: 1) элювиально-аккумулятивный (Э-А) на вершине, где вместе с нисходящим током веществ наблюдается их аккумуляция в микропонижениях; 2) элювиально-транзитный (Э-Т) в пределах пологих верхних частей склонов, где наблюдается нисходящий ток веществ и их боковое перемещение; 3) транзитный (Т) на центральных частях склонов с преобладанием бокового перемещения веществ; 4) транзитно-аккумулятивный (Т-А) в наиболее пониженных частях полигона, где совмещено латеральное перемещение веществ и частичная их аккумуляция из грунтовых и намывных вод.

Почвообразующие породы в пределах полигона имеют двучленный характер, хотя на южном склоне средняя глубина залегания морены превышает 1 м, в то время как на северном она залегает на глубине 0,5–0,6 м, а местами выходит на поверхность. В элювиально-аккумулятивных микроландшафтах преобладают дерново-подзолистые слабооглеенные почвы, в элювиально-транзитных наблюдается более сложный почвенный покров, состоящий из дерново-подзолистых глеевых и глееватых почв. Наиболее сложная структура почвенного покрова в транзитных микроландшафтах – она состоит из трех компонентов: глеевой, глееватой и слабооглеенной почвы. Ниже по склону опять приобретает двухкомпонентный характер.

Для определения влияния агромикроландшафтных условий и КМН на урожайность культур в 2013 г. был заложен опыт с однократным его применением в дозе 12 т/га на тестовом поле и контролем без внесения удобрений. Различия в реакциях культур на внесение КМН объясняются их биологическими особенностями, агроклиматическими условиями периодов вегетации (нормальное увлажнение в 2013 г., недостаток его в 2014, а в 2015, 2016 и 2017 гг. с переувлажнением для отдельных культур) и спецификой агромикроландшафтов (таблица 1).

На продуктивность культур и звена севооборота оказывают влияние особенности агрофона и структурных частей ландшафта. Внесение компоста многоцелевого назначения в почву способствует усилению влияния ландшафтных условий на продукционный процесс возделываемых культур. На контроле основное влияние на продуктивность звена оказали микроландшафтные особенности территории и несколько меньше – экспозиция склона и гидроморфизм почв. В опыте с применением КМН достоверного влияния почвенных условий на продуктивность звена не обнаружено, а максимальная продуктивность севооборотного звена отмечена в верхних частях рельефа.

В элювиальных местоположениях с замедленным водообменном наблюдается максимальная прибавка в продуктивности от внесения компоста, а в местах с наличием транзитных процессов она понижается. Внесение КМН способствует усилению воздействия ландшафтных условий на пространственное изменение урожайности – значительно увеличивается влияние природных условий типа осушаемых земель на урожай. Продуктивность культур севооборота в опыте с применением КМН в первые три года имела

заметную прибавку по сравнению контролем. В 2016 г. продуктивность овса с подсевом многолетних трав (клевер + тимофеевка) в целом по вариантам не различалась, что, скорее всего, связано с метеоусловиями года. В 2017 г. положительное влияние применения КМН вновь сказалось на продуктивности многолетних трав 1 г. п., вышедших из-под покрова овса, что связано с благоприятными метеоусловиями и усилением симбиотических процессов в почве. За 5-летний период изучения КМН нами отменно стабильное повышение продуктивности культур (на 11,0–19,1 % от среднего) в вариантах с элювиальными почвенными процессами, тогда как на контроле показатели урожайности были сглажены по вариантам.

Таблица 1 – Оценка продуктивности звена севооборота в зависимости от условий мелиорированного агроландшафта и применения КМН, ц/га к. ед.

Варианты опытов АМЛ	Годы исследований					Среднее по годам
	2013	2014	2015	2016	2017	
	Яровая пшеница	Рапс яровой	Озимая рожь	Овес + мн. травы	Мн. травы, 1 г. п.	
Опыт с применением КМН						
Т-Аю	18,9	37,7	28,0	20,0	38,6	28,6
Тю	21,3	43,8	30,1	26,9	71,6	38,7
Э-Тю	14,1	48,4	37,9	35,0	65,6	40,2
Э-А	25,3	42,0	40,4	32,8	75,2	43,1
Э-Тс	22,7	44,8	41,0	30,8	68,5	41,6
Тс	20,0	31,0	30,1	27,3	34,0	28,5
Т-Ас	25,5	37,9	33,6	30,3	35,2	32,5
Среднее	21,1	40,8	34,4	29,0	55,5	36,2
Опыт (контроль)						
Т-Аю	15,6	32,6	31,3	27,9	31,1	27,7
Тю	19,9	24,5	31,3	29,7	48,1	30,7
Э-Тю	12,4	24,4	29,1	32,0	50,1	29,6
Э-А	19,0	27,2	28,0	30,1	45,1	29,9
Э-Тс	16,8	21,0	30,2	31,3	34,5	26,8
Тс	19,2	18,9	31,3	31,3	35,4	27,2
Т-Ас	20,9	23,0	30,5	28,0	27,9	26,1
Среднее	17,7	24,5	30,2	30,0	38,9	28,3

Определяющим моментом в применении тех или иных приемов возделывания и материально-технических средств в условиях осушаемых земель является их экономическое обоснование [1, 2]. Производство зерновых культур более затратно по всем показателям: затратам живого труда, ГСМ, в рублях и энергии по сравнению с многолетними сеянными травами. Для оценки ресурсного потенциала отдельных видов осушаемых земель сопоставление вариантов агротехнологий с учетом различий, связанных с особенностями агроландшафтных условий, таких как крутизна склона, влажность, гранулометрический состав и плотность почвы, длина гона, а также вариативности по урожайности, влажности и засоренности убираемой массы, позволяет определить направление их использования.

При сравнении совокупных затрат на производство растениеводческой продукции с применением одноступенчатой технологии в опыте выявлено, что прямые затраты на производство продукции растениеводства связаны с урожайностью возделываемых культур, а также с микроландшафтными особенностями вариантов опыта.

Экономическая оценка звена севооборота на контроле и в опыте с применением КМН выявила прибавку по вариантам. Наиболее высокая выгода от применения КМН получена на верхних отметках агроландшафта, т. е. на вариантах с элювиальными процессами, где прибавка в денежном выражении составила 7420–10360 руб. Прибавка в среднем за годы исследований (2013–2017 гг.) составила от 630 до 10360 руб. с каждого гектара севооборотной площади. Средняя прибавка от применения КМН в звене зернотравяного севооборота составила 5530 руб. (таблица 2).

Таблица 2 – Экономический эффект от применения КМН и особенностей агромикрорландшафтных условий в звене севооборота.

Вариант (АМЛ)	С 1 га севооборотной площади, рублей		
	Контроль	Последствие КМН	Прибавка от КМН
Т-Аю	19390	20020	630
Тю	21490	27090	5600
Э-Тю	20720	28140	7420
Э-А	20930	30170	9240
Э-Тс	18760	29120	10360
Тс	19040	19950	910
Т-Ас	18270	22750	4480
Среднее	19810	25340	5530

При однотипности применяемой агротехнологии в опыте прямые затраты на производство по вариантам различались незначительно. Они зависят в большей степени от длины гона, конфигурации участка, наличия препятствий, влажности, гранулометрического состава почв и/или других различий по вариантам опыта, чем от урожая. А условно чистый доход и уровень рентабельности напрямую зависит от урожайности; на вариантах опыта с наивысшей урожайностью экономические эффект более высокий. При расчете экономических показателей в денежном выражении они составили 18,8–21,5 тыс. руб. на 1 га по вариантам, т. е. различия составили 5,0–8,5 % от среднего по опыту. Прибавка в урожае от КМН в элювиальных агромикрорландшафтах составила 34,2–87,3 % по сравнению с аналогами контроля.

Таким образом, применение КМН в севообороте стабилизирует экономические показатели и выравнивает продуктивность возделываемых культур по вариантам и во времени. С целью получения наибольшей экономической выгоды от применения КМН в полевом севообороте целесообразно применять его высокие нормы на вершинах и верхних частях склонов. В силу анализируемых противоречий окончательное решение о преимуществах или же недостатках этого агротехнического приема можно сделать на основе экономических расчетов. Кроме того, полученные результаты дают основание для объединения в более крупные технологические массивы сопредельные (элювиальные) агромикрорландшафты с целью повышения экономической выгоды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. – М., 1998. – 219 с.
2. Цветкова М. А. Оценка эффективности адаптивно-ландшафтных агротехнологий мелиоративного земледелия с использованием компьютерных программ / М. А. Цветкова, А. И. Котельникова, В. С. Шамарина // Осушительная мелиорация в Нечерноземной зоне Российской Федерации: состояние и прогноз : Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Тверь: Тверской печатник, 2009. – 246 с.

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ, ЭКОНОМИЧНОСТЬ И ДРУГИЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА

Базылев Михаил Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», *Республика Беларусь*, г. Витебск, ekonomika.vsavm@yandex.ru

Линьков Владимир Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», *Республика Беларусь*, г. Витебск, ekonomika.vsavm@yandex.ru

Лёвкин Евгений Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», *Республика Беларусь*, г. Витебск, ekonomika.vsavm@yandex.ru

Разработанный метод функциональной синхронизации при сельскохозяйственной утилизации навоза характеризуется значительно более высокими показателями вероятностного распределения окупаемости затрат ($K=0,79$), что на 59,2 % больше, чем при утилизации навоза в традиционном земледелии. Общая экономическая эффективность предлагаемой инновации составляет 31,4 руб. (908,1 руб.RU)/балло-гектар сельхозгодной чистой прибыли в год.

Ключевые слова: утилизация навоза; функциональная синхронизация; экономическая эффективность агропроизводства.

TECHNOLOGY, ECONOMICITY AND OTHER FEATURES OF FUNCTIONAL SYNCHRONIZATION AT THE DISPOSITION OF THE MANAGEMENT

Bazylev M. V., Linkov V. V., Lyovkin E. A.

The developed method of functional synchronization for agricultural manure utilization is characterized by significantly higher indicators of the probabilistic distribution of the cost recovery ($K = 0.79$), which is 59.2 % more than when disposing manure in traditional agriculture. The total economic efficiency of the proposed innovation is 31.4 rubles. (908,1 rub.RU) / hectare of hectares of farmland net profit per year.

Keywords: manure utilization; functional synchronization; economic efficiency of the agricultural production.

Сельскохозяйственное производство – это комплекс взаимосвязанных отраслей, где животноводство, потребляющее значительную долю растительных кормов, одновременно является продуцентом не только основной, сопутствующей, но и побочной продукции в виде навоза, который является ценным органическим удобрением, при правильном использовании – настоящим регулятором микробиологических и других процессов формирования почв, а также экономической эффективности их отдачи. Поэтому затронутая тема утилизации навоза является востребованной и актуальной, способствующей рассмотрению инновационных подходов в современном земледелии. Целью исследований было изучение эффективности нового метода функциональной синхронизации утилизации навоза. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: изучение утилизации навоза в традиционном земледелии и в условиях прогрессивной агрономии; разработка инновационных подходов повышения эффективности утилизации навоза [1, 2, 3, 4].

Многолетние исследования проводились в 1983–2017 гг. при использовании различных видов и форм навоза (куриный помёт, свиной бесподстилочный и коровий подстилочный навоз) в качестве органического удобрения полей как у крупнотоварных агрохозяйств, так и в условиях личных подсобных хозяйств населения Могилёвской и Витебской областей. В исследованиях использовались методы анализа, синтеза, дедукции, сравнений, прикладной математики.

Схематически основные направления эффективной утилизации навоза можно представить в виде следующей экспозиции (рисунок 1).

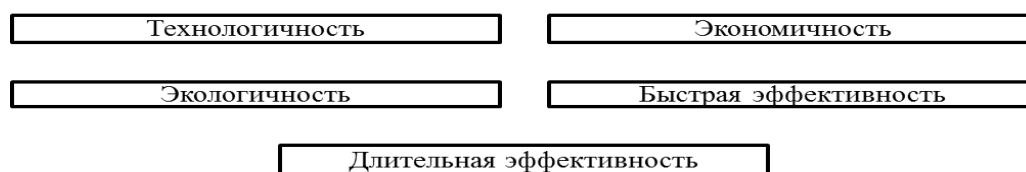


Рисунок 1 – Стратегические подходы высокой эффективности утилизации навоза

Из рисунка 1 видно, что взаимосвязанные стратегические подходы могут быть превращены в систему только при условии функциональной синхронизации всех частей (направлений) высокой эффективности утилизации навоза. При этом технологичность подразумевает направленное динамическое движение общей биомассы навоза от фермы к ризосферной зоне культивируемого агрофитоценоза. Функциональная синхронизация технологичности, экономичности, экологичности, быстрой и длительной эффективности проявляется в следующем «потоке»: короткоплечевые перевозки свежего навоза от ферм к местам складирования (с учётом агроландшафтного расположения местности и населённых пунктов); достаточно длительный период хранения навоза (при использовании метода переходного фонда такой период длится около года), позволяющий провести термобиологическое самообеззараживание навозной массы; перевозка полуперепревшего навоза к месту непосредственного внесения (с учётом значительной экономии в объёмной массе навоза, в основном вследствие микробиологического разложения); технология внесения в почву, представляющая непрерывный процесс с незначительными разрывами во времени, когда проводится разбрасывание навоза, обработка поля с лежащим на поверхности слоем навоза тяжёлыми дисковыми боронами и последующая заправка органики в пахотный горизонт почвы.

Быстрая эффективность (функционально синхронизированная с технологичностью, экологичностью и экономичностью) может быть осуществлена в её наиболее выраженном, экономически благоприятном варианте, когда производится внесение навоза в течение трёх основных периодов года: осенью (порядка 60 % годового фонда навоза), весной (30 %), летом (10 % при применении фергитационной подкормки в особенно высокоэффективных сельскохозяйственных производствах, а также при подготовке почвы под коренное перезалужение, при создании улучшенных пастбищ и т. д.). Длительная эффективность наблюдается как при последствии навоза, так и при особых способах использования сидеральных культур (как в севооборотном, так и в монокультурном земледелии), когда остаточное количество последствия внесённого в данном году навоза под основную культуру, оказывает положительное влияние на рост и развитие сидератов, а те, в свою очередь, после набора биомассы и запахивания в почву (в позднесенний период) производят перевод органического вещества в высокоэффективные, доступные возделываемым растениям формы макро- и микроэлементов, одновременно улучшая и ускоряя общую минерализацию почвы, постепенно увеличивая в ней не только содержание гумуса, но и улучшая её физические свойства, гидроморфность.

Изучение экономической эффективности предлагаемого инновационного подхода – функциональной синхронизации – показывает, что вероятностные значения окупаемости затрат позволяют говорить о данном подходе как кардинальном элементе прогрессивной агрономии (таблица 1).

Таблица 1 – Вероятностное распределение окупаемости затрат* при использовании метода функциональной синхронизации утилизации навоза

Стратегические подходы	Традиционное земледелие	Функциональная синхронизация в прогрессивной агрономии
Технологичность	0,35	0,92
Экономичность	0,48	0,94
Экологичность	0,69	0,58
Быстрая эффективность	0,51	0,77
Длительная эффективность	0,23	0,73
Среднее	0,45	0,79
*- относительно планового срока окупаемости		

Анализ таблицы 1 показывает, что использование метода функциональной синхронизации при сельскохозяйственной утилизации навоза в среднем характеризуется значительно более высокими показателями вероятностного распределения окупаемости затрат ($K=0,79$), что на 59,2 % больше, чем при традиционной утилизации навоза ($K=0,45$).

Расчёты экономической эффективности использования метода функциональной синхронизации при утилизации навоза показали, что в каждом сельскохозяйственном производстве имеются скрытые внутрихозяйственные резервы в размере 31,4 руб. (908,1 руб./RU)/балло-гектар сельхозугодий чистой прибыли в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базылев М. В. Взаимодействие высокотехнологичных факторов земледелия в различных условиях хозяйствования / М. В. Базылев [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно : ГГАУ, 2015. – Т. 28 : Экономика (Вопросы аграрной экономики). – С. 9–16.

2. Базылев М.В. Агротехнологические перспективы повышения эффективности утилизации свиного навоза / М. В. Базылев [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : Сборник научных трудов. – Горки, 2016. – Вып. 19, Ч. 2. – Горки : УО БГСХА, 2016. – С. 137–145.

3. Линьков В. В. Агрономические и организационно-технологические подходы эффективного использования прифермских земель / В. В. Линьков [и др.] // Вестник : научно-методический журнал / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2015. – № 1. – С. 99–101.

4. Линьков В. В. Эффективность ведения личных подсобных хозяйств населения на примере узкоспециализированных картофелеводческих полевых участков в Витебской области / В. В. Линьков // Вестник : научно-методический журнал / Белорусская сельскохозяйственная академия. – Горки, 2015. – № 4. – С. 94–98.

УДК 631.461.61+631.8

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Окорков Владимир Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ, «Владимирский НИИСХ», Россия, г. Суздаль, okorkovvv@yandex.ru

На серых лесных почвах Верхневолжья биологическая активность почвы, оцениваемая по степени разложения клетчатки, возрастала с увеличением доз внесения фосфора с органическими и минеральными удобрениями, азота минеральных удобрений или запасов в почве нитратного азота, но снижалась от сочетания фосфора минеральных удобрений с калием органических и минеральных удобрений.

Ключевые слова: серая лесная почва, органические и минеральные удобрения, степень разложения клетчатки, регрессионная модель

INFLUENCE OF FERTILIZERS ON THE MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF GREY FOREST SOIL

Okorkov V. V.

On grey forest soils of upper Volga the biological activity, as measured by the degree of decomposition of the fiber, increased with growth doses of introduction of phosphorus from organic and mineral fertilizers, of nitrogen of mineral fertilizers or reserves in the soil nitrate nitrogen, but decreased by the combination of phosphorus of mineral fertilizers with potassium organic and mineral fertilizers.

Keywords: grey forest soil, organic and mineral fertilizers, the degree of decomposition of cellulose, the regression model

Установлено [5], что определяющую роль в повышении запасов нитратного азота, его мобильного фонда в серой лесной почве играет применение азотных минеральных удобрений.

ний. Очевидно, это должно проявляться через биологическую активность почвы (активность почвенной микрофлоры).

Обычно применяемые методы анализа физических и химических свойств почв для оценки их изменения часто не отражают в полной мере существующую действительность. В этом случае для более полного понимания происходящих изменений в почвенно-биотическом комплексе преимущество имеют живые микроорганизмы. Разнообразные микроорганизмы, обитающие в пахотном слое почвы, чутко реагируют на изменяющиеся условия, в то время как морфологические, химические свойства почв более консервативны и являются результатом накопления медленно протекающих процессов [1–3]. Как правило, на активность почвенной микрофлоры существенное влияние оказывают уровень аэрации и влажности почвы, энергетические составляющие процесса, находящегося в прямой зависимости от внесенного в почву свежего органического вещества, а также культуры севооборота и температурный режим.

В связи с этим была проведена оценка влияния различных систем удобрения на основе использования навоза КРС, помета птицы и минеральных удобрений на микробиологическую активность почвенной микрофлоры. В исследованиях применялся аппликационный метод с использованием льняной ткани, который позволяет оценить по скорости и степени разложения льняного полотна интенсивность развития почвенной микрофлоры.

Методика. Исследования выполнялись на серой лесной почве среднесуглинистого механического состава. Содержание гумуса в пахотном горизонте варьировало от 3,14 до 3,93 %, подвижного фосфора (по Кирсанову) – от 79 до 155 мг/кг, обменного калия (по Масловой) – от 139 до 170 мг/кг. Содержание общего азота в пахотном горизонте варьировало от 0,20 до 0,24 %, pH_{KCl} – от 5,1 до 5,5, гидролитическая кислотность – от 3,5 до 5,1 мг-экв/100 г почвы [4, 6].

Варианты удобрений:

Озимая пшеница, 2012 г.

Контроль
 $N_{40}P_{40}K_{40}$
 $N_{80}P_{80}K_{80}$
 Навоз КРС – 28 т/га
 Навоз КРС–28 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$
 Навоз КРС–14 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$
 Помет кур – 29 т/га
 Помет кур – 29 т/га + $N_{40}K_{40}$
 Помет кур –15 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$
 Помет гусей – 50 т/га
 Помет гусей – 50 т/га + $N_{40}K_{40}$

Ячмень (2013 г.), овес (2014 г.)

Контроль
 $N_{40}P_{40}K_{40}$
 $N_{80}P_{80}K_{80}$
 Последствие навоза КРС – 28 т/га
 Посл. навоза КРС 28 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$
 Посл. навоза КРС – 14 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$
 Посл. помет кур – 29 т/га
 Посл. помет кур – 29 т/га + $N_{40}K_{40}$
 Посл. помет кур – 15 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$
 Посл. помет гусей – 50 т/га
 Посл. помет гусей– 50 т/га + $N_{40}K_{40}$

В исследованиях применяли три вида органических удобрений: навоз крупного рогатого скота на солоmistой подстилке, помет кур на мелкоcолоmistой подстилке и помет гусей на опилочной подстилке (таблица 1).

Таблица 1. Химический состав органических удобрений

Вид органического удобрения	$N_{общ.}$, %	P_2O_5 , %	K_2O , %	pH_{KCl}	Влажность, %
Навоз КРС	0,72	0,51	0,52	7,76	73,5
Помет кур	0,69	1,07	0,52	7,50	66,7
Помет гусей	0,40	0,60	0,41	6,61	49,9

Дозы органических удобрений рассчитывали, исходя из внесения на 1 га 200 кг азота. Они составили: навоз КРС – 28 т/га в вариантах с полными дозами и 14 т/га в вариантах с половинными дозами навоза; куриный помет – 29 и 15 т/га соответственно; гусиный помет –

50 т/га. Контролем служил вариант без внесения удобрений. Агротехника общепринятая. Во время уборки солома зерновых культур измельчалась и позже запахивалась.

Результаты исследований и их обсуждение. Данные показали, что наиболее интенсивное разложение льняной ткани отмечалось в слое почвы 0–20 см. Согласно шкале изменения биологической активности почвы аппликационным методом, степень разложения ткани опытных образцов во все годы исследований (рисунок 1) характеризовалась как слабая (20–40 %) и очень слабая (< 20 %). Причины этого – неблагоприятные погодные условия в годы исследований, в частности недостаток влаги в вегетационный период развития зерновых культур.

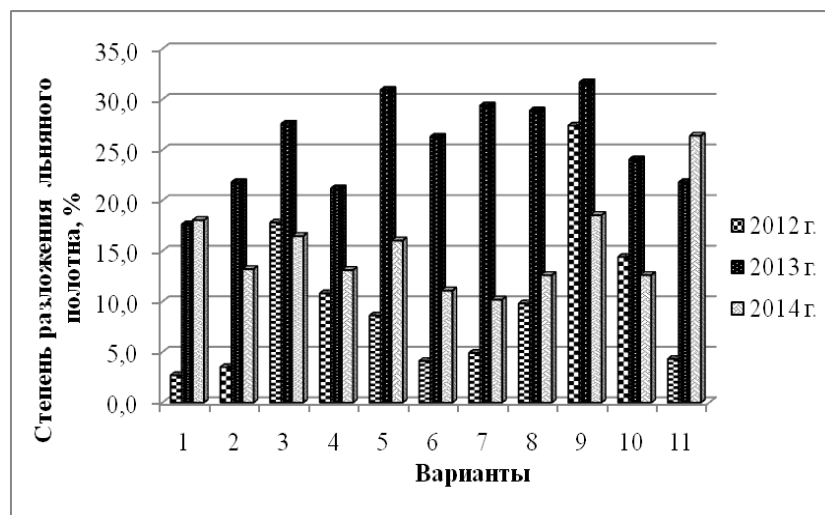


Рисунок 1 – Влияние систем удобрения на степень разложения клетчатки в серой лесной почве (слой 0-20 см), %.

1. Контроль; 2. NPK; 3. 2 NPK; 4. Н КРС (28); 5. Н КРС (28) + NPK; 6. Н КРС (14) + NPK; 7. П кур (29); 8. П кур (29) + NK; 9. П кур (15) + NPK; 10. П гусей (50); 11. П гусей (50) + NK.

В 2012–2013 гг. выявлен рост микробиологической активности серой лесной почвы во всех удобренных вариантах относительно контроля, в 2014 г. – снижение ее (за исключением сочетания 15 т/га помета кур с NPK и помета гусей с NK).

В 2012–2013 гг. наблюдали рост активности микрофлоры с увеличением дозы полного минерального удобрения, что обычно связывают с количеством вносимого азотного удобрения.

Влияние навоза КРС и помета гусей в 2012 году на активность почвенной микрофлоры было более значительным, чем при сочетании их с минеральными удобрениями. Это можно связать с меньшим иссушением пахотного слоя почвы в первом случае из-за менее интенсивного развития озимой пшеницы до середины вегетации. При органоминеральных системах удобрения до середины вегетации культуры наблюдали ее интенсивный рост и развитие. Такое же действие на рост и развитие ее до середины вегетации оказало использование помета кур. В то же время при сочетании 15 т/га помета кур с NPK разложение клетчатки заметно возросло. По-видимому, это связано как с применением минеральных фосфорных удобрений, так и со снижением дозы калия в применяемых удобрениях [6].

Известно [8, с. 273], что калий усиливает синтез сахаров и высокомолекулярных углеводов – крахмала, целлюлозы, пектиновых веществ, ксиланов. Очевидно, снижение его концентрации в почве будет активизировать работу ферментов в обратном направлении, т. е. в более интенсивном разложении клетчатки.

При достаточной обеспеченности теплом в 2013 г. наблюдалось неравномерное выпадение осадков. В результате недостаток влаги в начале лета и азота для растений резко снизили урожайность ячменя и вызвали иссушение почвы, что заметно повысило целлюлозоразлагающую активность микрофлоры по сравнению с 2012 г. В удобренных вариантах она была на уровне слабой и лишь в контроле – на уровне очень слабой. При возрастании доз мине-

ральных удобрений и навоза КРС в вариантах сочетания с одинарной дозой NPK повышалась и микробиологическая активность серой лесной почвы. Сочетание органических удобрений с НК (помет кур и гусей) по сравнению с одними органическими удобрениями практически не изменило целлюлозоразлагающую активность почвы. Эти данные подтверждают и значительную роль минерального фосфора удобрений в повышении микробиологической активности почвенной микрофлоры.

Относительно предыдущего года погодные условия 2014 г. по количеству осадков были более благоприятны. Однако их неравномерное распределение и относительно низкая температура воздуха в период вегетации культуры, более сильное иссушение почвы заметно снизили микробиологическую активность почвы по сравнению с 2013 г.

В 2014 году целлюлозоразлагающая активность микрофлоры в удобренных вариантах, за исключением сочетания 15 т/га куриного помета с NPK и 50 т/га помета гусей с НК, была ниже контроля (рисунок 1). Это объясняется более благоприятными условиями увлажнения в контроле из-за меньшего потребления влаги растениями по сравнению с одинарной дозой NPK. Активность микрофлоры несколько возросла, как и в другие годы исследований, при применении двойной дозы NPK по сравнению с одинарной дозой. Близким к предыдущему году было и действие навоза крупного рогатого скота. Максимум активности наблюдался при сочетании одинарных доз навоза КРС и NPK, а уменьшение дозы навоза КРС до 14 т/га вело к снижению активности микрофлоры. Как и в 2012–2013 гг., установлено заметное возрастание микробиологической активности при сочетании 15 т/га куриного помета с одинарной дозой полного минерального удобрения. И из этих данных вытекает положительное влияние применения фосфорных удобрений и снижения концентрации калия в повышении целлюлозоразлагающей активности почвенной биоты.

Микробиологическая активность последействия гусяного помета была близкой к ее величине для последействия навоза КРС и помета кур. Но она резко возросла при сочетании помета гусей с НК удобрениями. В предыдущие годы в последнем варианте наблюдалось ее снижение против варианта применения одного гусяного помета. По-видимому, сохранившиеся более высокие запасы целлюлозы опилочного материала, ранее частично проработанного почвенной биотой, на третий год дали всплеску микробиологической активности.

За 3 года исследований в удобренных вариантах по сравнению с контролем в серой лесной почве опытного участка отмечался рост активности микроорганизмов (рисунок 2). При использовании минеральных удобрений микробиологическая активность возросла, что, по-видимому, можно объяснить увеличением доз внесения азота и фосфора. Из результатов исследований с птичьим пометом вытекает повышающая биологическую активность почвы роль органических и фосфорных минеральных удобрений, более низких доз калия, вносимого с удобрениями. Выявлено и увеличивающее биологическую активность почвы действие возрастающих доз навоза КРС.



Рисунок 2 – Влияние систем удобрения на степень разложения клетчатки в серой лесной почве (слой 0–20 см), %. Среднее за 2012–2014 гг.

1. Средние показатели степени разложения клетчатки за 2012–2014 гг. 2. Варианты опыта: 1. Контроль; 2. NPK; 3. 2 NPK; 4. Н КРС (28); 5. Н КРС (28) + NPK; 6. Н КРС (14) + NPK; 7. П кур(29); 8. П кур (29) + НК; 9. П кур (15) + NPK; 10. П гусей (50); 11. П гусей (50) + НК;

Для удобряемых вариантов опыта корреляционно-регрессионный анализ выявил тесную связь среднего за 3 года процента разложения клетчатки (y , %) с размерами внесения с органическими удобрениями P_2O_5 (x_3 , ц/га), азота (x_2 , ц/га) и P_2O_5 (x_4 , ц/га) минеральных удобрений, K_2O с минеральными и органическими удобрениями (x_5 , ц/га) (уравнение, таблица 2):

$$Y = 15,6 - 9,64x_2 + 9,53x_2^2 + 9,50x_3x_4 - 4,65x_4x_5, (1)$$

$$n = 10, r = 0,958, r^2 = 0,917, \text{ дов. интервал} = 2,9 \, \%.$$

По этой модели непосредственная роль азота органических удобрений не выявилась. Однако влияние органических удобрений на степень разложения клетчатки проявилась через размеры внесения P_2O_5 с органическими удобрениями и K_2O с органическими и минеральными удобрениями.

Таблица 2 – Взаимосвязь степени разложения клетчатки с дозами применения элементов питания во вносимых удобрениях за 2012-2014 гг.

Вариант опыта	Степень разложения клетчатки, %	x_1 , азот органических удобрений	x_2 , азот минеральных удобрений	x_3 , P_2O_5 органических удобрений	x_4 , P_2O_5 минеральных удобрений	x_5 , K_2O удобрений
		ц/га				
2. $N_{120}P_{120}K_{120}$	12,8	0	1,2	0	1,2	1,20
3. $N_{240}P_{240}K_{240}$	20,6	0	2,4	0	2,4	2,40
4. КРС 28 т/га	15,0	2,0	0	1,43	0	1,46
5. КРС 28 т/га + $N_{120}P_{120}K_{120}$	18,5	2,0	1,2	1,43	1,2	2,66
6. КРС 14 т/га + $N_{120}P_{120}K_{120}$	13,8	1,0	1,2	0,72	1,2	1,93
7. Помет кур 29 т/га (ПК, 29)	14,8	2,0	0	3,10	0	1,51
8. Помет кур 29 т/га + $N_{120}P_{120}K_{120}$	17,1	2,0	1,2	3,10	0	2,71
9. ПК, 15 + $N_{120}P_{120}K_{120}$	25,9	1,0	1,2	1,55	1,2	1,95
10. Помет гусей 50 т/га	17,0	2,0	0	3,00	0	2,05
11. То же + $N_{120}P_{120}K_{120}$	17,5	2,0	1,2	3,00	0	3,25

По модели небольшие дозы внесения азота минеральных удобрений (менее 0,50 ц/га) снижали степень разложения клетчатки. Дальнейший их рост увеличивал биологическую активность почвы. Это подтверждает важную роль внесения азотных удобрений в трансформации и гумификации пожнивно-корневых остатков [7].

Выявлено увеличивающее степень разложения клетчатки сочетание фосфора органических и минеральных удобрений. Оно обусловлено участием фосфатов в биохимическом разложении клетчатки. Поэтому для повышения интенсивности трансформации пожнивно-корневых остатков важно применять наряду с азотными и фосфорные минеральные удобрения.

Сочетание минерального фосфора с калием в удобрениях снижало степень разложения клетчатки. Это связано с тем, что высокая концентрация калия может сдвигать ферментативные процессы в сторону синтеза высокомолекулярных углеводов.

В работе [1] мобилизационный пул азота, определяемый суммой минерального азота и половины азота органических удобрений, независимо от формы минерального азота вызывал возрастание преимущественно нитратной формы азота. В этой работе (уравнение 1) на степень разложения клетчатки азот органических удобрений не оказал значимого влияния, а минимальная величина этого параметра наблюдалась при внесении за 3 года 50 кг/га азота минеральных удобрений, что составляло примерно 50 % от вносимого азота одинарной дозы аммиачной селитры. Можно полагать, что на биологическую активность почвы (степень разложения клетчатки) влияла наиболее подвижная нитратная форма азота, так как влияния наименее подвижной органической формы азота на степень разложения клетчатки не выявлено. Таким образом, можно сделать вывод, что на биологическую активность почвы, связанную с трансформацией клетчатки, определяющее значение оказывает нитратный азот.

Для подтверждения этого исследовали взаимосвязь степени разложения клетчатки с дозами применения за 3 года фосфора органических и минеральных удобрений (x_3 и x_4 , ц/га), суммой внесенного с удобрениями K_2O (x_5 , ц/га) (таблица 2), суммой запасов нитратного азота в ранние сроки вегетации культур за 3 года (x_1 , ц/га) (таблица 3).

Результаты анализа представлены в корреляционно-регрессионных уравнениях 2 и 3, а расчетные по ним значения степени разложения клетчатки – в таблице 3. Расчетные значения

этого параметра находятся в хорошем согласии с фактическими значениями, особенно по модели 2.

$$Y = 13,0 - 54,91x_4 + 1,48x_5 + 17,94x_1x_4 + 7,72x_3x_4 - 11,0 x_4x_5, (2)$$

$$r = 0,991, r^2 = 0,982, \text{ дов. интервал} = 1,5\%;$$

$$y = 16,3 - 57,1 x_4 + 17,8 x_1x_4 + 7,75 x_3x_4 - 9,71 x_4x_5, (3)$$

$$r = 0,970, r^2 = 0,942, \text{ дов. интервал} = 2,5\%.$$

Таблица 3 – Взаимосвязь степени разложения клетчатки с дозами применения фосфора и калия во вносимых удобрениях и суммой запасов N-NO₃ в ранние сроки вегетации культур за 2012–2014 гг.

Вариант опыта	Степень разложения клетчатки, %			x ₁ , сумма запасов N-NO ₃	x ₃ , P ₂ O ₅ органических удобрений	x ₄ , P ₂ O ₅ минеральных удобрений	x ₅ , K ₂ O удобрений
	Фактическая	Расчетная по ур. 2	Расчетная по ур. 3	ц/га			
2	12,8	12,4	12,4	3,68	0	1,2	1,20
3	20,6	20,6	20,6	4,62	0	2,4	2,40
4	15,0	15,2	16,3	1,91	1,43	0	1,46
5	18,5	18,0	18,0	4,12	1,43	1,2	2,66
6	13,8	14,6	14,6	3,87	0,72	1,2	1,93
7	14,8	15,3	16,3	1,46	3,10	0	1,51
8	17,1	17,0	16,3	4,40	3,10	0	2,71
9	25,9	25,9	25,9	4,05	1,55	1,2	1,95
10	17,0	16,1	16,3	1,68	3,00	0	2,05
11	17,5	17,8	16,3	3,98	3,00	0	3,25
Дов. интервал, %	-	1,5	2,5	-	-	-	-

Таким образом, на серых лесных почвах Верхневолжья применение полного минерального удобрения (менее N₈₀P₈₀K₈₀ ежегодно) и сочетания его (N₄₀P₄₀K₄₀ ежегодно) с органическими удобрениями (15–30 т/га навоза КРС на 3 года) вело к росту их биологической активности. Степень разложения клетчатки повышалась от применения азотных минеральных удобрений (запасов в почве нитратного азота), фосфора минеральных и органических удобрений, но снижалась с ростом доз калийных удобрений.

Из-за сильного варьирования качества куриного и гусиного помета наиболее эффективно применять органические и минеральные удобрения в расчете на дозы азота по 40–50 кг/га ежегодно при соотношении N_{орг} : N_{мин} 1:1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы / Д. Г. Звягинцев. – М. : Колос, 1986. – 256 с.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М. : МГУ, 1991. – 301 с
3. Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда / В. Г. Минеев. –М. : Агропромиздат, 1990. – 287 с.
4. Окорков В. В. Влияние удобрений на продуктивность и качество зерновых культур на серой лесной почве Ополя / В. В. Окорков, И. В. Семин //Аграрный вестник Верхневолжья. – № 2. – 2014. – С. 21–28.
5. Окорков В. В. Приемы комплексного использования средств химизации в севообороте на серых лесных почвах Верхневолжья в агротехнологиях различной интенсивности / В. В. Окорков, О. А. Фёнова, Л. А. Окоркова /ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». – Суздаль, 2017. – 176 с.
6. Окорков В. В. Эффективность систем удобрения в звене севооборота на серой лесной почве Владимирского ополя / В. В. Окорков, И. В. Семин // Агрохимический вестник. – 2015. – Т. 1. –№ 1. – С. 18–21.
7. Русакова И. В. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии / И. В. Русакова. – Владимир : ФГБНУ ВНИИОУ, 2016. – 131 с.
8. Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И. Агрохимия / Под редакцией Б.А. Ягодина – М. : МИР, 2003. – 584 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПИРОЛИЗА ОСАДКОВ МУНИЦИПАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (Cu, Ni, Pb)

Рязанов Станислав Сергеевич, научный сотрудник лаборатории экологии почв, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, rstanislav.soil@yandex.ru

Кулагина Валентина Ивановна, кандидат биологических наук, зав. лабораторией экологии почв, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, viksoil@mail.ru

Грачев Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, energolesprom@gmail.com

Солодникова Ольга Михайловна, младший научный сотрудник лаборатории экологии почв, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, oglebova72@mail.ru

Сунгатуллина Люция Мансуровна, старший научный сотрудник лаборатории экологии почв, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, sunlyc@yandex.ru

Пиролиз осадков сточных вод позволяет снизить содержание биодоступных форм тяжелых металлов и увеличить их стабильность. Степень закрепления тяжелых металлов выше в биоугле, полученном при 500 °С. Биоуголь, полученный при 300 °С, сохраняет потенциальный риск высвобождения Cu и Ni, находящихся в органически связанной фракции.

Ключевые слова: биоуголь, осадки сточных вод, пиролиз, тяжелые металлы, последовательная экстракция

INFLUENCE OF PYROLYSIS TEMPERATURE ON FORMS OF HEAVY METALS (Cu, Ni, Pb) IN BIOCHARS DERIVED FROM MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE

Ryazanov S. S., Kulagina V. I., Grachev A. N., Solodnikova O. M., Sungatullina L. M.

Pyrolysis of sewage sludge allows to reduce the content of bioavailable forms of heavy metals and increase their stability. The degree of immobilization of heavy metals is higher in the biochar obtained at 500 °C. The biochar obtained at 300 °C retains the potential risk of the release of Cu and Ni in the organically bound fraction.

Keywords: biochar, sewage sludge, pyrolysis, heavy metals, sequential extraction

Прямое внесение ОСВ в почву влечет за собой высвобождение загрязнителей (тяжелые металлы, органические микрозагрязнители и патогенные микроорганизмы) в окружающую среду. Показано, что даже через 25 лет после окончания использования ОСВ, наблюдается превышение ПДК тяжелых металлов как в самих почвах, так и в выращиваемых на них овощных и кормовых культурах [1]. Термический пиролиз осадков сточных вод является эффективной и перспективной технологией. Результатом пиролиза является биоуголь из осадков сточных вод (БОСВ), который может применяться для ремедиации и улучшения некоторых типов техногенных и городских почв. Цель данного исследования – изучить эффект температуры пиролиза ОСВ на иммобилизацию тяжелых металлов в биоугле.

В данной работе изучались продукты пиролиза гранулированных ОСВ, полученных из Чебоксарского отстойника. БОСВ получен при двух температурных режимах: 300 °С (БОСВ₃₀₀) и 500 °С (БОСВ₅₀₀). Формы тяжелых металлов в осадке и биоугле изучены методом последовательной экстракции согласно адаптированному РД 52.24.670–2005. Метод заключается в последовательной обработке навески для выделения специфичных форм тяжелых металлов: обменных и кислоторастворимых форм металлов (F₁); металлов, связанных с аморфными гидроксидами (F₂); связанных с органическим веществом (F₃); остаточной фракции (F₄). Определение тяжелых металлов в экстрактах проводилось атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией на приборе AAnalyst-700 “Perkin Elmer” (США).

Концентрации фракций тяжелых металлов в осадке сточных вод и продуктах его пиролиза представлены в таблице 1. Валовые концентрации Cu, Ni и Pb в биоугле выше, чем в исходных осадках сточных вод вследствие потери массы органических компонентов в процессе пиролиза. В целом концентрация металлов в ОСВ и БОСВ повышается в следующем порядке: Pb<Ni<Cu.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов во фракциях последовательной экстракции (мг/кг)

Фракция	ОСВ	БОСВ ₃₀₀	БОСВ ₅₀₀
Cu			
F ₁	1,46 ± 0,17	0,44±0,05	0,23±0,03
F ₂	3,12 ± 0,41	0,52 ± 0,02	0,09 ± 0,01
F ₃	58,9 ± 8,86	109,1 ± 3,58	56,92 ± 5,32
F ₄	35,1 ± 0,62	53,15 ± 1,33	126,38 ± 4,62
Вал.	98,58 ± 8,81	163,21 ± 2,18	183,62 ± 0,74
Ni			
F ₁	7,22 ± 0,47	1,17 ± 0,16	0,98 ± 0,2
F ₂	3,29 ± 0,15	0,8 ± 0,1	0,75 ± 0,09
F ₃	7,75 ± 1,1	19,88 ± 0,97	30,33 ± 1,26
F ₄	21,97 ± 0,36	34,22 ± 0,43	53,06 ± 6,94
Вал.	40,23 ± 1,37	56,07 ± 0,29	85,11 ± 8,49
Pb			
F ₁	0,03 ± 0	0,38 ± 0,02	0,01 ± 0,01
F ₂	0,01 ± 0	0,02 ± 0	0,01 ± 0,01
F ₃	0,35 ± 0	0,17 ± 0	0,01 ± 0,02
F ₄	17,04 ± 0,45	21,37 ± 0,47	29,07 ± 1,04
Вал.	17,42 ± 0,45	21,93 ± 0,48	29,28 ± 1,04

Тяжелые металлы можно разделить на три категории по их биодоступности: биодоступные, потенциально биодоступные и не биодоступные [2]. Фракции F₁ и F₂, извлекаемые в процессе последовательной экстракции, являются биодоступными с высокой способностью к выщелачиванию [3]. Фракция F₃ является потенциально-доступной и подвергается деградации и выщелачиванию в экстремальных условиях сильнокислой реакции среды. Остаточная (F₄) фракция считается недоступной и не подверженной деградации или выщелачиванию [3].

Наибольшая часть меди в осадках сточных вод представлена органически связанной фракцией, что отражает органофильную природу данного элемента. Количество биодоступной (F₁+F₂) меди в ОСВ составляет 4,6 % от валового содержания. Процесс пиролиза снизил содержание биодоступной фракции меди до 0,6 и 0,2 в случае БОСВ₃₀₀ и БОСВ₅₀₀, соответственно. В результате низкотемпературного пиролиза при 300 °С повышается концентрация меди, связанной с органическим веществом, достигая 66,8 % от валового содержания. При повышении температуры пиролиза до 500 °С, количество органически связанной меди падает до 30,9 %. Это может быть следствием неполного сжигания органических компонентов при 300 °С. При температуре пиролиза 500 °С происходит наибольшая иммобилизация меди – 68,8 % Cu в БОСВ₅₀₀ находится в недоступной остаточной фракции.

Никель в осадках сточных вод обладает наибольшей подвижностью среди рассматриваемых трех элементов, сумма F₁+F₂ составляет 26,1 %. В процессе пиролиза большая часть биодоступного никеля (F₁+F₂) иммобилизовалась, с повышением температуры стабильная фракция Ni (F₃+F₄) составляла >96 %. Схожие результаты наблюдались при пиролизе муниципальных ОСВ г. Линян (Китай) и отстойных осадков бумажной фабрики [2, 3]

Большая часть свинца, как в осадке сточных вод, так и в продуктах его пиролиза, находилась в недоступной остаточной фракции (F₄>97 %). Отсутствие обменного и кислоторастворимого свинца в осадке сточных вод и его продуктах также наблюдалось в работе Jin с соавт. [3]. При этом незначительное содержание свинца в восстановленной (F₂) и окисленной (F₃) фракциях выглядит нетипичным и требует дополнительного изучения. Тем не менее биоуголь, полученный при 500 °С, показывает наибольшую иммобилизацию свинца (F₄=99,3 %).

Распределение тяжелых металлов между четырьмя фракциями (F_1 – F_4) имеет сильные различия между элементами. В целом данная работа показала, что повышение температуры пиролиза способствует формированию более стабильных форм металлов. Пиролиз осадков сточных вод позволяет значительно снизить содержание биодоступных (F_1 + F_2) форм тяжелых металлов и увеличить их стабильность. При этом стоит отметить, что температура 300 °С менее предпочтительна при пиролизе опасных видов сырья, к которым, без сомнения, относятся и осадки муниципальных сточных вод, поскольку сохраняется потенциальный риск высвобождения элементов, связанных с органическим веществом (F_3). Данные результаты подтверждают, что температура пиролиза является важным фактором, контролирующим иммобилизацию тяжелых металлов в продуктах пиролиза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плеханова И. О. Степень самоочищения агродерново-подзолистых супесчаных почв, удобренных осадком сточных вод / И. О. Плеханова // Почвоведение. – 2017. – № 4. – С. 506–512.
2. Devi P. Risk analysis of pyrolyzed biochar made from paper mill effluent treatment plant sludge for bioavailability and eco-toxicity of heavy metals / P. Devi, A. Saroha // Bioresour. Technol. – 2014. – № 162. – P. 308–315. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.03.093
3. Jin J. Influence of pyrolysis temperature on properties and environmental safety of heavy metals in biochars derived from municipal sewage sludge / J. Jin, Y. Li, J. Zhang, S. Wu, Y. Cao, P. Liang, J. Zhang, Hung Wong M., M. Wang, S. Shan, P. Christie // Journal of Hazardous Materials. – 2016. – № 329. – P. 417–426. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2016.08.050

УДК 631.879.42

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Нефедов Александр Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», *Россия, г. Рязань, a.v.nefedov@yandex.ru*

Иванникова Наталья Александровна, научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», *Россия, г. Рязань, ryazannautica@yandex.ru*

В статье показаны направления в решении проблемы сохранения и воспроизводства плодородия почв за счет освоения и использования региональных (местных) органоминеральных ресурсов и отходов сельскохозяйственного производства. Даны условия и требования производства органоминеральных удобрений из отходов сельскохозяйственного производства при компостировании.

Ключевые слова: отходы, сельскохозяйственное производство, компостирование, органоминеральные смеси, компост, элементы минерального питания.

ON THE USE OF WASTES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES IN IMPROVING PLODORODIYA SOIL

Nefedov A. V., Ivannikova N. A.

The article shows the direction in solving the problem of preservation and reproduction of soil fertility through the development and use of regional (local) organic-mineral resources and agricultural waste. The conditions and requirements of production of organomineral fertilizers from agricultural waste composting.

Key words: waste, agriculture, composting, organic mixtures, compost, mineral nutrition elements.

Основной причиной сокращения применения минеральных удобрений считается высокая стоимость их для российских аграриев. В условиях усиления дефицита в почвах элементов минерального питания растений бессмысленно говорить о повышении плодородия почв

[4, 7]. Частично решить проблему сохранения и воспроизводства плодородия почв можно за счет освоения и использования региональных (местных) органоминеральных ресурсов и отходов сельскохозяйственного производства. Как отходы производства, так и отходы потребления представляют угрозу для окружающей среды, являясь источником ее загрязнения. Поэтому очень важно использовать все резервы для воспроизводства органического вещества почвы.

Потенциальные ресурсы органического сырья: органические удобрения от животноводческих предприятий, органические удобрения растительного происхождения – солома, сидераты; органогенные ископаемые – торф, сапропель; отходы промышленности и коммунального хозяйства [5, 6].

Превращение органосодержащих отходов в удобрительно-мелиорирующие смеси с заданными для данной конкретной почвы параметрами, с одной стороны, дает возможность полной переработки отходов с помощью микрофлоры почвы, а с другой – позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур за счет поступления дополнительного количества элементов питания [2, 3, 4]. В настоящее время перспективными удобрениями для повышения плодородия почвы являются органоминеральные смеси, представляющие компост из различного органического сырья, обогащенный минеральной компонентой. При производстве таких удобрений высокая микробиологическая активность обеспечивается тщательным перемешиванием составляющих компонентов, созданием оптимальной влажности, температуры, кислотности, достаточным количеством органического вещества и минерального питания [1, 3].

Состав (компостируемого продукта) приготовленной смеси должен соответствовать требованиям ГОСТа Р 50611–93 Удобрение комплексное органоминеральное. Стандарт распространяется на комплексное органоминеральное удобрение, полученное биоконверсией углеродосодержащего сырья с жидкими и твердыми остатками животноводческих ферм. Технические условия: массовая доля органического вещества в смеси должна быть не менее 40 %, гуминовых веществ не менее 10 %, содержание общего азота не менее 0,9 %, фосфора (P_2O_5) не менее 0,4 % калия (K_2O) не менее 0,1 %.

Расчеты показали, что приготовленные смеси экономически целесообразно использовать как удобрения и/или мелиоранты на ближайших к месту производства сельскохозяйственных угодьях [1,6].

Таким образом, приготовление удобрительных органоминеральных смесей из сельскохозяйственных отходов для повышения плодородия почв является перспективным направлением и позволяет при компостировании комбинировать исходные составляющие в зависимости от имеющихся экономических возможностей и резервов, добавляя в них различные минеральные и биологические добавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евсенкин К. Н. Эффективность удобрительного мелиоранта на повышение плодородия сработанных торфяных почв / К. Н. Евсенкин, С. В. Перегудов, А. В. Нефедов, Н. А. Иванникова // Научные и технологические подходы в развитии аграрной науки / под ред. В.П. Зволинский и др. – М. : Изд. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. июль 2015. – С. 36–39.
2. Евсенкин К. Н. Влияние нового органоминерального удобрения на плодородие почвы и урожай зеленой массы ярового рапса / К. Н. Евсенкин, А. В. Нефедов, Н. А. Иванникова // Научно-практические аспекты технологии возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур : Межд. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2016. – С. 73–79.
3. Евсенкин К. Н. Изучение влияния нового органоминерального удобрения на плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур / К. Н. Евсенкин, Л. В. Кирейчева, В. М. Яшин и др. // Мелиорация и водное хозяйство проблемы и пути решения. Межд. науч.-практ. конф. / ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова». Т. 1. – М. : – 2016. – С. 198–203.

4. Иванникова Н. А. Удобрительный мелиорант и подпочвенное увлажнение как факторы повышения урожайности однолетних трав / Н. А. Иванникова, К. Н. Евсенкин, С. В. Перегудов, А.В. Нефедов // Мелиорация и водное хозяйство. - 2015. - № 4. С. 2 – 5.

5. Иванникова Н. А. Применение органоминеральных смесей для повышения плодородия почвы / Н. А. Иванникова, А. В. Нефедов // Волгоград ВНИИОЗ «Орошаемое Земледелие». – № 4, октябрь 2017. – С. 17–18.

6. Кирейчева Л. В. Обоснование использования удобрительно-мелиорирующей смеси на основе торфа и сапропеля для повышения плодородия деградированных почв / Л. В. Кирейчева, А. В. Нефедов, К. Н. Евсенкин и др. // Вестник Рязанского Агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – № 3 (31). – 2016. – С. 12–17.

7. Ушаков Р. Н. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистых почв в процессе длительного сельскохозяйственного использования / Р. Н. Ушаков, А. В. Нефедов, Н. А. Иванникова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2017. – 3 (35). – С. 78–83.

УДК 631.453:631.95

К РАЗРАБОТКЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕОЧИЩЕННЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ЗЕМЕЛЬ

Питина Ирина Александровна, аспирант, ФГБОУ ВО НГСХА, г. Нижний Новгород, *Россия*,
pitinaia@mail.ru

После загрязнения земель, связанного со сбросом неочищенных сточных вод на рельеф территории хозяйства, в почвах обследованного участка резко повысилось до очень высокого уровня содержание сульфатов и отмечено увеличение содержания нитратов. Возникла также угроза микробиологического загрязнения участка, подвергшегося длительному воздействию сточных вод. В связи с этим рекультивация нарушенных земель должна предусматривать создание условий для обеззараживания почв с применением щадящих и безопасных биологических методов, которые заключаются в восстановлении нормального микробиологического сообщества почвы.

Ключевые слова: неочищенные сточные воды, сброс, почва, фон, сульфаты, нитраты, микробиологическое загрязнение, рекультивация.

TO THE FORMULATION OF RECOMMENDATIONS FOR LAND RESTORATION, WHICH WERE AFFECTED BY POLLUTION FROM UNTREATED WASTE WATERS RELEASES INTO THE GROUND

Pitina I. A.

After having found land pollution, connected with untreated wastewater releases into the ground of agriculture territories, concentration of sulphates in the soil of these areas has increased (to very high levels) and an increase in the nitrate content was also noted. As a consequence, there is a threat of microbiological pollution of the area, which was affected by the impacts of wastewater. In that regard the recultivation of deteriorated land should include the creation of conditions for the decontamination of soil with the use of low-impact and safe biological methods, which consist in the restoration of the normal soil microbiological communities.

Keywords: untreated waste water, reset, the soil, background, sulphates, nitrates, microbiological pollution, recultivation.

Введение. Благоприятная окружающая среда гарантирована всем гражданам Конституцией Российской Федерации, а обеспечение этого права есть каждодневная забота соответствующих органов власти [1]. С экологической точки зрения сброс сточных вод на рельеф местности без установления определенных требований к их объёму, составу и свойствам представляет явную потенциальную опасность для всех компонентов окружающей среды [2]. В этой связи процедура утилизации сточных вод различных предприятий серьезно регламентируется и контролируется. Так, наиболее действенным фактором для создания безопасной среды обитания биоты является экономическое стимулирование собственников промышлен-

ных предприятий к строительству локальных очистных сооружений, что используется во всем мире. Система штрафных санкций за сброс сточных вод с показателями выше установленных на рельеф местности и (или) в централизованную систему канализации уже многие годы действует и на территории Российской Федерации [1]. При этом сброс неочищенных сточных вод на рельеф местности однозначно признается источником негативных последствий для всех природопользователей, влечет за собою привлечение к административной ответственности и взыскание за вред, причиненный почвам как компоненту окружающей среды [3].

Объект и методы проведения исследований. В августе 2017 г. был установлен факт загрязнения земель на площади 0,15 га неочищенными сточными водами, поступающими на протяжении двух лет со стороны недействующих очистных сооружений в лесной массив около крупного города. Участок расположен на светло-серой лесной супесчаной почве, характеризующейся как среднекислая (рН солевой вытяжки 4,9), слабогумусированная (1,7 %) и среднеобеспеченная подвижными соединениями фосфора (84 мг/кг) и калия (88 мг/кг).

Для оценки воздействия сброса неочищенных стоков на свойства почвы были в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 [4] отобраны пробы почв на загрязненной (точки 1, 4, 5) и фоновой (не подвергшейся загрязнению) территории (точки 2 и 3). Отбор проб на загрязненных участках велся послойно (0–10 и 10–20 см), на фоновых – из слоя 0–20 см. Анализы выполнены в аккредитованной Тульской испытательной лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральная научно- методическая ветеринарная лаборатория».

Результаты исследований. Данные (таблица) свидетельствуют, что содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов на обследуемой территории находится в пределах нормы. Исключением является марганец (MnO), концентрация которого в фоновой точке 2 немного превышает установленный норматив [5]. Данный факт обусловлен природными особенностями территории, в частности повышенной степенью гидроморфизма почв, имеющей своим следствием оторфованность верхнего горизонта и обогащение профиля полуторными окислами, в том числе марганцем. Это подтверждает и высокое содержание органического вещества в пробе.

Таблица – Содержание загрязняющих веществ в пробах почвы

Показатели	ПДК, ОДК, млн ⁻¹	Точка 1		Точка 4		Точка 5		Точка 2 – фон	Точка 3 – фон
		0–10 см	10–20 см	0–10 см	10–20 см	0–10 см	10–20 см		
Хром	90	<80	<80	<80	<80	<80	132	<80	<80
Марганец	1500	131	146	230	251	151	107	1587	782
Никель	40	18,0	22,0	19,7	16,9	22,2	12,1	17,5	20,6
Медь	66	51,4	43,5	52,3	46,0	43,7	47,9	61,3	53,6
Цинк	110	56,1	62,9	48,6	33,8	138	29,0	36,5	75,8
Свинец	65	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
рН, ед.	-	4,5	4,2	4,8	4,5	5,2	3,9	5,3	7,3
Нефтепродукты	40	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Аммоний	-	106	66,0	99	51	24,0	4,0	25,5	95,0
Нитрат-ион	130	4,1	4,1	7,8	6,2	155	72,0	34,1	13,5
Сульфат-ион	160	2319	2725	2261	1362	1507	1188	261	87
Хлорид-ион	-	17,8	35,5	53,3	17,8	17,8	17,8	35,5	17,8
Орг. в-во, %	-	2,21	6,2	4,0	8,3	5,3	3,3	7,4	4,4

Существенного превышения содержания тяжелых металлов в загрязненной почве над фоновыми значениями (точки 2, 3) не выявлено.

Содержание сульфатов в загрязненных почвах варьирует от 7,4 ПДК в точке 5 (слой 10–20 см) до 17 ПДК в точке 1 (слой 10–20 см). Концентрация данного соединения в фоновых точках на порядок ниже. Согласно [5], уровень загрязнения сульфатами в точках 1, 4 и 5 классифицируется как очень высокий (>380 мг/кг в пересчете на серу). Очень высокое содержание сульфатов не только в верхнем (1–10 см), но более глубоко залегающем (10–20 см)

слое свидетельствует о длительности негативного воздействия, связанного со сбросом неочищенных сточных вод на рельеф территории.

Помимо этого, в точке 5 (слой 0–10 см) выявлено повышенное содержание нитратов (1,2 ПДК). Концентрация азотсодержащих соединений (нитратов и иона аммония) в других точках находится в пределах нормы и фоновых значений. Также отмечено перераспределение органического вещества по глубине почвы: в точках 1 и 4 в верхнем 10-сантиметровом слое его содержание в 2 раза ниже, чем в слое 10–20 см, что свидетельствует о длительном воздействии жидких органосодержащих отходов на поверхность почвы.

Таким образом, вследствие сброса сточных вод коммунального хозяйства в почвах обследованного участка резко повысилось содержание сульфатов (до очень высокого уровня) и отмечено увеличение содержания нитратов. Кроме этого, существует угроза микробиологического загрязнения участка, подвергшегося длительному воздействию сточных вод. При этом следует учитывать, что сточные воды могут являться источником патогенных микроорганизмов, вызывающих инфекционные заболевания бактериального и вирусного происхождения; жизнеспособных яиц геогельминтов (аскарид, власоглавов, анкилостомид) и биогельминтов (онкосферы тениид, яиц фасциол); жизнеспособных цист кишечных патогенных простейших (цист лямблий, балантидий, ооцист криптоспоридий) и т. д.

Существующей нормативно-законодательной базой РФ для восстановления сельскохозяйственных и лесохозяйственных земель определены общие требования при проведении работ, связанных с загрязнением почвенного покрова и рекультивацией земель, которые являются обязательными для исполнения [6]. В связи с этим рекультивация загрязнённых сульфатами и нитратами почв должна предусматривать создание условий для обеззараживания почв путем применения щадящих и безопасных биологических методов, которые заключаются в восстановлении нормального микробиологического сообщества почвы. Увеличение видового разнообразия и активности почвенной биоты при этом будет способствовать подавлению развития патогенной микрофлоры и обеспечивать самоочищение почвы от микробиологического загрязнения.

Такие приемы косвенно будут способствовать и очищению почвы от повышенного количества сульфатов. На фоне активизации микробиоты сульфаты, встраиваясь в клетки микроорганизмов, потеряют свою подвижность и миграционную способность. По мере отмирания микроорганизмов часть серы, извлеченной ими в процессе жизнедеятельности из раствора, будет консервироваться в почвенном органическом веществе, переходя из потенциально опасной формы в запасной фонд питательных элементов, высвобождение из которого в сбалансированной системе идет медленными темпами, безопасными для окружающей среды.

Заключение. Таким образом, результатом несанкционированного длительного сброса неочищенных сточных вод на рельеф местности стало повышение содержания в почве сульфатов и нитратов, а также угроза микробиологического загрязнения, что требует обеззараживания почв путем применения современных микробиологических препаратов и восстановления ее микробиоты. Активно функционируя, нормальная микрофлора почвы будет способствовать процессу ее самоочищения от микробиологических (патогенная микрофлора) и химических (сульфаты) загрязнителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильсон Е. В. Методология формирования базового норматива платы за сброс производственных сточных вод в централизованную систему водоотведения / Е. В. Вильсон, Д. А. Бутко // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т. 9. – № 3. – С. 53–54.
2. Ниберг А. А. Сброс сточных вод на рельеф местности в организациях ОАО «Гапром» / А. А. Ниберг Л. С. Пономарева // Газовая промышленность. – 2006. – № 1. – С. 93–95.
3. Куликов, И.В. Сброс сточных вод на рельеф местности, привлечение к ответственности, взыскание вреда, причиненного почвам, – звенья одной цепи / И. В. Куликов // Справочник эколога. – 2017. – № 4. – С. 96–99.

4. ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа, утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 05.12.1984 N 4100. – 8 с.

5. Почва, очистка населённых мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве, утверждённые руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 19 января 2006 г. – 7 с.

6. Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы, утверждённые приказом Минприроды РФ и Роскомзема от 22 декабря 1995 г., № 525/67. – 21 с.

УДК 631.81:547.29.

МОБИЛИЗАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ ФОСФАТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Солиев Зокирходжа Махмудходжаевич кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Филиал технологического Университета Таджикистана в г. Исфаре, начальник отдела по международным отношениям, *Таджикистан*, г. Исфара, ул. А. Джураева 52, zokir@list.ru, zokir13051975@gmail.com, zokir37@yahoo.com

Джуманкулов Хайдар Джуманкулович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик ТАСХН, Почвенный институт Таджикской академии сельскохозяйственных наук, *Таджикистан*, г. Душанбе, пр. Рудаки 21 а

Макарова Лидия Дмитриевна кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Почвенный институт Таджикской академии сельскохозяйственных наук, *Таджикистан*, г. Душанбе, пр. Рудаки 21 а

Каримов Абдубашир Абдухалимович, ст. преподаватель, Филиал технологического Университета Таджикистана в г. Исфаре, *Таджикистан*, г. Исфара, ул. А. Джураева 52.

Бобоев Мирзомаруф Мирзоалиевич, преподаватель, Филиал технологического Университета Таджикистана в г. Исфаре, *Таджикистан*, г. Исфара, ул. А. Джураева 52.

Эффективность фосфоритной муки повышается не только на кислых, но и нейтральных и даже щелочных почвах. По нашему мнению, где в почвенном растворе преобладает бикарбонат или карбонат натрия, вероятно, может произойти щелочной гидролиз фосфоритов. Проведенные вегетационные опыты методом проростков по Нейбауэру – Шнейдеру с семнадцатью вариантами в трехкратной повторности с посевом пшеницы показали, что в качестве химического мобилизатора почвенных фосфатов на посевах пшеницы целесообразно использовать щавелевую кислоту.

Ключевые слова: фосфор, органоминеральные удобрения, мобилизация фосфатов, фосфоритная мука, щавелевая кислота, щелочной гидролиз фосфоритов, суперфосфат, пшеница

INFLUENCE OF ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON MOBILIZATION SOIL PHOSPHATE

Soliev Z. M. Jumankulov H. J., Makarova L. D. Karimov A., Boboev M.

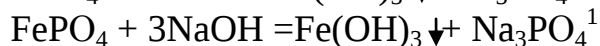
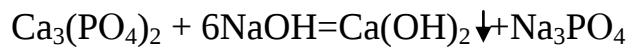
The effectiveness of phosphorite flour increases not only on acidic, but also neutral, and even alkaline soils. In our opinion, where bicarbonate or sodium carbonate predominates in the soil solution, alkaline hydrolysis of phosphorites is likely to occur. The conducted vegetative experiments using the method of Neubauer-Schneider sprouts with seventeen variants in triplicate with wheat sowing have shown that it is expedient to use oxalic acid as a chemical mobilizer of soil phosphates on wheat crops.

Keywords: phosphorus, organomineral fertilizers, mobilization phosphate, ground phosphate rock, oxalic acid, alkaline hydrolysis phosphate, superphosphate, wheat

Фосфор является одним из важнейших минеральных элементов в жизни растений, которые способны его поглощать только в форме неорганических фосфат-анионов, преимущественно в виде H_2PO_4^- [8]. Фосфоритная мука наиболее дешевое удобрение. В зависимости

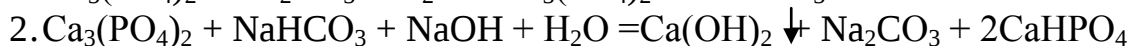
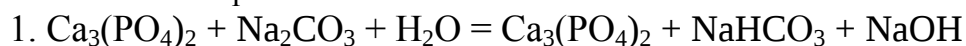
от местного воздействия того или иного растворителя эффективность фосфоритной муки повышается не только на кислых, но и нейтральных и даже щелочных почвах. Остановимся на некоторых факторах, существенно повышающих условия эффективного применения фосфоритной муки [1–7].

Известно, что с повышением концентрации NaOH увеличивается растворимость фосфоритов.

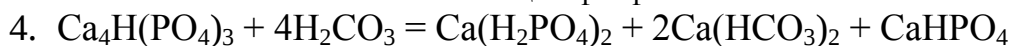


По нашему мнению, где в почвенном растворе преобладает бикарбонат или карбонат натрия, вероятно, может произойти щелочной гидролиз фосфоритов:

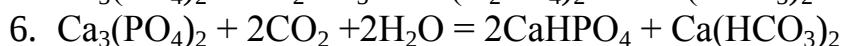
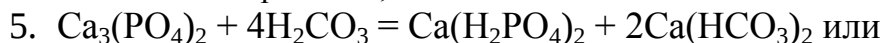
I – вариант.



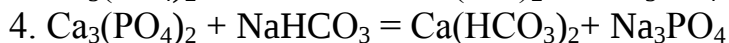
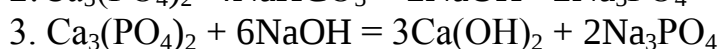
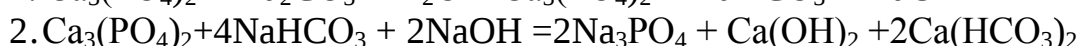
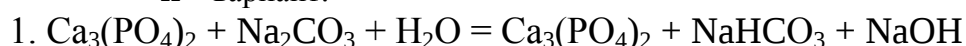
Октокальций фосфат



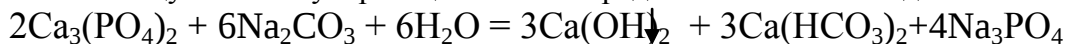
В конечном итоге реакцию, можно написать в таком виде:



II – вариант.



Общую конечную реакцию можно представить в таком виде:



Для того чтобы ответить на эти вопросы, нами были поставлены вегетационные опыты по методу проростков Нейбауэра – Шнейдера с семнадцатью вариантами в трехкратной повторности с посевом пшеницы. Для проведения опыта были использованы полиэтиленовые стаканы весом 8,7 г, диаметр 13 см, высота 7,5 см. В каждый стаканчик отвесили по 50 г песка, предварительно промытого соляной кислотой и дистиллированной водой и высушенного. В середине стаканчика была вставлена стеклянная трубочка для полива дистиллированной водой. Почва была взята с опытного участка опорного пункта филиала НПО Богпарвар в Исфаринском районе. Содержание подвижного фосфора в исходной почве составляет 29,2 мг/кг. Только на вариантах, где вносили щавелевую кислоту, перед внесением промешивали ее с аммиачной селитрой. Сухая биомасса пшеницы дана в таблице 1.

Из таблицы видно, что лучшим вариантом оказался вариант девятый – 1,3302 г, где было внесено ФОН+щавелевая кислота – 1000 кг/га + ФОН+Рф.м. 100 кг/га P_2O_5 фосфоритной муки, разница сухой биомассе с первым (контрольным) вариантом составляет 0,2881 г или 78,34 %. В растительных образцах провели химический анализ методом тканевой диагностики. Этот метод заключается в извлечении минеральных форм элементов питания из тканей 2 % уксусной кислотой.

Результат химического анализа показал, что, в качестве химического мобилизатора почвенных фосфатов на посевах пшеницы целесообразно использовать щавелевую кислоту в дозе 250 мг + 62,5 мг на 100 г фосфоритной муки на сосуд.

¹Сангинов С. Р. Агрономическая оценка применения фосфоритов под сельскохозяйственные культуры в различных почвенно-климатических условиях // Материалы междунар. конф. применения фосфоритов в земледелии. – Д., 2000. – С. 23–24.

Таблица 1 – Вес сухой биомассы пшеницы по вариантам опыта (г)

№	Варианты опыта	Повторности			Средние
		1	2	3	
1	ФОН-N (контроль)	0,9296	1,1358	1,0608	1,0421
2	ФОН+Рс (14%) 100 кг/га	1,1332	1,1205	1,1716	1,1350
3	ФОН+Рс (14%) 200 кг/га	1,2990	0,9570	1,1516	1,1359
4	ФОН+Щавелевая к-та 1000 кг/га	1,0599	1,1732	1,736	1,1356
5	ФОН+Рф.м. 100 кг/га P ₂ O ₅	0,9615	1,1471	1,1190	1,0759
6	ФОН+Рф.м. 200кг/га P ₂ O ₅	1,0934	1,0924	1,3812	1,1890
7	ФОН+Рф.м. 400кг/га P ₂ O ₅	1,2185	1,0020	1,1726	1,1304
8	ФОН+Рф.м. 600кг/га P ₂ O ₅	1,0476	1,0790	1,0075	1,0447
9	ФОН+Щавелевая к-та -1000 кг/га + ФОН+Рф.м. 100 кг/га P ₂ O ₅	1,3743	1,3050	1,3113	1,3302
10	ФОН+Щавелевая к-та -1000 кг/га + ФОН+Рф.м. 200 кг/га P ₂ O ₅	1,1807	1,0236	1,0366	1,0803
11	ФОН+Щавелевая к-та -1000 кг/га + ФОН+Рф.м. 400 кг/га P ₂ O ₅	1,1715	0,9165	1,0801	1,0560
12	ФОН+Щавелевая к-та -1000 кг/га + ФОН+Рф.м. 600 кг/га P ₂ O ₅	1,0064	1,3765	1,2750	1,2193
13	ФОН + Сода - 1000 кг/га Na ₂ CO ₃	1,1038	1,1279	1,1894	1,1404
14	ФОН + Сода - 1000 кг/га Na ₂ CO ₃ + ФОН+Рф.м. 100кг/гаP ₂ O ₅	1,1233	1,1618	1,1419	1,1423
15	ФОН + Сода - 1000 кг/га Na ₂ CO ₃ + ФОН+Рф.м. 200кг/га P ₂ O ₅	1,0893	1,2475	1,1556	1,1641
16	ФОН + Сода - 1000 кг/га Na ₂ CO ₃ + ФОН+Рф.м. 400кг/га P ₂ O ₅	1,1258	1,1977	1,1261	1,1499
17	ФОН + Сода - 1000 кг/га Na ₂ CO ₃ + ФОН+Рф.м. 600кг/га P ₂ O ₅	1,2616	1,1226	1,2854	1,2232
	НСР				0,46

Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы:

1. При добавлении, определенного количества щавелевой кислоты доступность фосфоритной муки растениям повышается.
2. На вопрос о поглощении или поступлении питательных веществ из почвы в растения лучше отвечает метод тканевой диагностики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адерихин П. Г. Фосфор в почвах и в земледелии центральночерноземной полосы / П. Г. Адерихин. – Воронеж : Воронежский университет, 1970. – 248 с.
2. Войтович Н. В. Фосфориты России и Ближнего Зарубежья / Н. В. Войтович, Б. А. Сушеница, В. Н. Капранов – М. : ВНИИА, 2005. – 448 с.
3. Гинзбург К. Е. Агрохимические методы исследования почв / К. Е. Гинзбург. – М. : Наука, 1975. – 260 с.
4. Джуманкулов Х. Д. Тканевая диагностика растений. «Руководство Методы определения макро- и микроэлементов в растениях, почве и воде» / Х. Д. Джуманкулов, М. Тетерина. – Душанбе : Тараз, 2002. – С. 76–86.
5. Эффективность применения фосфоритов в земледелии. – Материалы междунар. конф. : Душанбе, 2000. – 85 с.
6. Сушеница Б. Мобилизация труднодоступных фосфатов почвы / Б. Сушеница – Хлопководство. – Вып. 11. – Душанбе, 1982. – С. 20–21.
7. Чумаченко И. Н. Агрохимия фосфора и нетрадиционного минерального сырья / И. Н. Чумаченко, Б. А. Сушеница, Ш. А. Алиев – М. : 2001. – 289 с.
8. Journal of Siberian Federal University. Biology 2 (2014) , 172–182.

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ И СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ В СТЕПНОЙ КАЛМЫКИИ

Сангаджиев Мерген Максимович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», *Россия, Республика Калмыкия, Элиста.*

Муджиков Николай Лиджанович, кандидат социологических наук, доцент. Инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», *Россия, Республика Калмыкия, Элиста.*

Кушербаева Альбина Кайсаевна, студентка 5 курса специальности технология и экономика, Инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», *Россия, Республика Калмыкия, Элиста.*

Манунова Айлана Савровна, студентка 5 курса специальности технология и экономика, Инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», *Россия, Республика Калмыкия, Элиста.*

Целью представленной статьи является выявление нарушенных территорий в республике и их влияния на кадастровую оценку. Для этого за последние три года были проведены экспедиции по окрестностям г. Элисты и районным центрам, так как в них живет более 50 % населения республики. Были рассмотрены территории чабанских стоянок, где многие чабаны, фермеры арендуют земельные участки для выпаса скота. Цены за пользование землями у них фиксированы. Необходимо проведение оценки земель через определенный промежуток времени, чтобы цена не была обременительной для арендаторов. На основе полученных данных выработать рекомендации по снижению экологической нагрузки.

Ключевые слова: отходы, реестр, кадастровая оценка, земельные участки, биотермические ямы, скотоводство, скотомогильники, биологические отходы.

EFFECT OF WASTE ON CASHDASTRAL EVALUATION OF LAND IN STEPPE KALMYKIA

Sangadzhiyev M. M., Mudzhikov N. L., Kusherbayeva A. K., Manunova A. S.

The purpose of the article is to identify the disturbed territories in the republic and their impact on the cadastral valuation. To this end, expeditions to the outskirts of Elista and the district centers have been conducted over the past three years, since more than 50 % of the population lives in the republic. The territories of the shepherds' camps, where many shepherds, farmers rent land for grazing, were considered. The prices for the use of land are fixed. The topic of the presented work is the assessment of land through intermediate times, and then the price will not be burdensome for tenants. Based on the data obtained, develop recommendations on reducing the environmental load.

Key words: waste; registry; cadastral valuation; land; biometric pits; cattle.

Введение. В Республике Калмыкия с каждым годом растет количество отходов. По данным официальных органов количество отходов в 2017 г составило 100 тыс. т. В районах республики за отходами нет должного контроля, но большая часть их – это твердые бытовые отходы. На данное время в республике только один полигон включен в государственный реестр объектов размещения отходов, а остальные места для отходов в муниципальных органах и в госреестре не санкционированы. Только в 2017 г было выявлено более 400 нарушений в сфере обращения с отходами производства и потребления [1, 3].

Материалы и методы исследования. Материалами исследования послужили статистические данные за последние 3 года, анализ литературных и Интернет – ресурсов, данные авторов по результатам экспедиционных маршрутов по территории Калмыкии. Основные натурные данные получены при проверке скотомогильников. По данным Министерства сельского хозяйства на февраль 2018 г в хозяйствах республики содержится 478 тыс. голов крупного рогатого скота, 2328,8 тыс. овец, 18 тыс. лошадей и 900 верблюдов. В связи с сильными ветрами 13–18 м/с и одновременными заморозками до –12 °С увеличивается падеж скота. За последние три года в Калмыкии выявлено более 1700 нарушений законодательства в сфере утилизации разных типов отходов.

Полученные результаты и их обсуждения. Биологические отходы, влияющие на ветеринарную безопасность, в основном представлены скотомогильниками. Централизованные скотомогильники в республике почти отсутствуют. Захоронения скота в основном производятся в силосных ямах глубиной до 3–4 м, которые засыпаются грунтом. Частные болезни скота, приводящие к поголовному уничтожению, образуют несанкционированные скотомогильники. Расстояние от этих скотомогильников до населенных пунктов составляет до 5 км. На чабанских стоянках мы наблюдали скотомогильники в нескольких километрах. Частые ветра, дикие животные разрушают верхний слой скотомогильников. Дикие животные, особенно лисицы, волки, становятся разносчиками болезней. Поверхностные воды на территории скотомогильников приводят к заражению почвенного слоя, возникает возможность попадания их в подземные воды. Например, в пригороде Элисты был обнаружен навал биологических отходов в виде шкур животных (северная часть пригорода, рядом расположены лесопосадки). Это может привести к эпидемиям среди населения в столице республики. В Калмыкии нет ни одной биотермической ямы, хотя в Советское время они существовали [4].

Пустынные территории Калмыкии также приводят к снижению кадастровой стоимости земель. Территория пустыни с каждым годом увеличивается. Ранее нами было предложено использовать эти территории для захоронения атомных отходов [2].

Заключение. Из-за неимения скотомогильников, систем сбора твердых и жидких бытовых отходов в республике возрастает вероятность появления чрезвычайных ситуаций, особенно в летний и зимний периоды. Все перечисленные факторы влияют на поверхностный слой почв. Многие почвы заражены. Есть захоронения, которым более 300 лет. Многие патогены находятся в режиме анабиоза. В случае сильной жары они приводят к заражению почвенного слоя и скота. Это в дальнейшем отражается на здоровье человека, фауне и флоре [4, 5].

Нами рекомендуется провести кадастровую оценку земель в районе захоронения и расположения свалок. По полученным данным построить интерактивную карту земель с нанесением на нее данных по зараженным территориям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лиджиева Н. С. Отходы производства и потребления: региональный аспект (на примере Республики Калмыкия) / Н. С. Лиджиева, М. М. Сангаджиев, Г. Е. Эрдниева // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. экол. конф. / под. ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017 – С. 536–540.
2. Манджиева А. И. Использование пустынной зоны в Калмыкии для захоронения отходов атомной энергетики / А. И. Манджиева, М. М. Сангаджиев, А. Г. Муджигова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. экол. конф. / под. ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017 – С. 47–49.
3. Сангаджиев М. М. Оценка перспектив использования неликвидных территорий Республики Калмыкия для захоронения отходов атомной энергетики / М. М. Сангаджиев // Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : Тр. II Междунар. науч.-практ. конф. / отв. Ред. В. А. Елохин. – Екатеринбург : Изд-во УГТУ, 2016. – С. 157–163.
4. Сангаджиев М. М. Экологические проблемы скотомогильников в Калмыкии / М. М. Сангаджиев, В. С. Леджинов, А. Н. Намысова // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук : материалы XXII междунар. науч.-практ. конф. 2–3 апреля 2015 г. / Науч.-инф.издат. центр «Институт стратегических исследований». – М. : Изд-во «Перо», 2015. – С. 365–369.
5. Эрдниева Г. Е. Отходы: экологический аспект кочевых народов Прикаспия в каменном веке / Г. Е. Эрдниева, М. М. Сангаджиев, Н. С. Лиджиева // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. экол. конф. / под. ред. И. С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ, 2017 – С. 543–545.

ПОЛУЧЕНИЕ НОВОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ КУРИНОГО ПОМЕТА МЕТОДОМ БИОФЕРМЕНТИРОВАНИЯ

Волкова Елена Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Высшая школа технологии и энергетики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна», Россия, г. Санкт-Петербург, elven@yandex.ru

Биоферментирование свежего куриного помета с использованием комплексного микробиологического препарата позволяет решить экологические проблемы: снизить класс опасности, подавить патогенную микрофлору, уменьшить выделение токсичных газов и др. Новое органическое удобрение «Сила урожая» является ценным средством повышения плодородия дерново-подзолистых почв.

Ключевые слова: куриный помет, органическое удобрение, биоферментация, микробиологический препарат

A NEW ORGANIC FERTILIZER FROM CHICKEN MANURE OF THE BIOFERMENTATION METHOD

Volkova E. N.

Biofermentirovanie fresh chicken manure using a complex microbiological preparation allows to solve environmental problems: reduce the hazard class, suppress pathogenic microflora, reduce release of toxic gases, etc. New organic fertilizer "power harvest" is a valuable tool to improve fertility of sod-podzolic soils.

Keywords: chicken manure, organic fertilizer, biofermentation, microbiological preparation

Птицеводство в России в настоящее время – это экономически выгодное производство, способное в короткие сроки обеспечивать население мясом птицы, яйцами и продуктами переработки. Это особенно важно в современных условиях политики импортозамещения. Вместе с тем птицефабрики являются мощными источниками образования отходов птицеводства – куриного помета, который может представлять экологическую опасность для окружающей среды. По Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) свежий куриный помет относится к 3-му классу опасности (код 1 12 711 01 33 3) [2], внесение его в почву без предварительного карантинирования или переработки не разрешается, так как он может быть источником патогенной микрофлоры. Так, при попадании в почву свежего помета возбудитель сальмонеллеза сохраняет жизнеспособность до 5 мес, туберкулеза – 17 мес, вирус болезни Марека – свыше 6 мес [1]. В то же время помет куриный перепревший по ФККО относится уже к 4-му классу опасности (код 1 12 711 02 29 4) и является ценным органическим удобрением. В настоящее время в мире разработано и внедрено более 20 технологий утилизации помета, которые имеют различную потребность в материально-денежных и трудовых ресурсах, как сильные, так и слабые стороны.

Для Ленинградской области характерно расположение 17 ПТФ на ограниченной территории неподалеку от городских поселений (г. Ломоносов, г. Выборг, г. Кировск), минимальный годовой выход куриного помета составляет 1,6 млн т. Большую часть свежего помета на них утилизируют прямым сжиганием. Вместе с тем на многих агропредприятиях области наблюдается дефицит органических удобрений и дозы их внесения недостаточны.

В ЗАО «Птицефабрика «Роскар» (Выборгский район) проводится работа по внедрению таких экономически выгодных способов переработки помета, чтобы происходило его обеззараживание и сохранялись полезные свойства как удобрений. В результате налажено производство нового органического удобрения «Сила урожая», который представляет собой куриный помет, переработанный методом биоферментации с использованием микробиологического препарата «Байкал ЭМ1». Препарат «Байкал ЭМ1» – это специально подобранный комплекс эффективных природных микроорганизмов, таких как молочнокислые и фотосинтезирующие бактерии, дрожжи, актиномицеты, ферментирующие грибы типа *Aspergillus* и

Penicillium и другие микроорганизмы. Номер государственной регистрации препарата - №05–9800 (9801–9803)–0369(0386)–1.

В ЗАО «Птицефабрика «Роскар» вырабатывается около 80 тыс. т помета, который размещается в открытом помехранилище, вывозится на поля. Однако в перспективе, в связи с увеличением темпов производства, объем образующегося помета будет увеличиваться и, следовательно, будут возрастать затраты по работе с ним. Переработка помета способствует уменьшению физического объема этого отхода и снижению затрат, связанных с пометом, за счет эффекта от реализации продуктов его переработки. Технология получения нового удобрения включает несколько этапов.

Помет, образующийся при клеточном содержании птицы в течение 6–7 дней накапливается на полипропиленовой ленте транспортера, где он подсушивается до влажности 60 %. Затем помет перевозится на площадку, покрытую водонепроницаемым покрытием, где его размещают в буртах шириной 5 м и высотой 2,5 м, масса одного бурта 413 т. Затем подготовленный раствор препарата «Байкал ЭМ1» заправляют в емкость самоходного ворошителя из расчета 0,25 л/т и перемешивают с пометом в бурте. Процесс биоферментации в летнее время занимает 10–30 дн, зимой – 30–60 дн. Показатели готовности удобрения «Сила урожая»: мелкокомковатая рассыпчатая структура, слабый запах, свойственный данному продукту. Затем удобрение можно упаковывать и реализовывать. Оно имеет следующие характеристики: массовая доля сухого вещества не менее 60 %, рН_{KCl} – 6,5–8,5, N–3,8 % доля P₂O₅–4,0 %, K₂O–2,5 %; содержание жизнеспособных семян растений не более 100 тыс. шт/т. В удобрении не обнаружено превышения допустимых концентраций по мышьяку, свинцу, меди, кадмию, никелю, ртути, марганцу, стойким хлорорганическим пестицидам, ПХБ. Микробиологические и паразитологические показатели также не превышали нормы. Расчеты показали экономическую эффективность производства удобрения «Сила урожая» – при стоимости 1 т готовой продукции 81,61 руб. рентабельность составила 40 %.

Исследования по внесению нового удобрения в дерново-подзолистую легкосуглинистую среднекультуренную почву в расчетной дозе под картофель сорта Ломоносовский показали увеличение урожайности клубней на 26–29 % по сравнению с полным минеральным удобрением. Также отмечалось увеличение товарности клубней, содержания сухого вещества и крахмала. В дальнейшем планируется провести эксперименты с овощными культурами.

Таким образом, использование технологии биоферментирования свежего куриного помета позволяет существенно уменьшить экологическую опасность этого отхода, получить транспортабельное ценное органическое удобрение при невысоких затратах на его производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветеринарно-санитарные правила подготовки к использованию в качестве органических удобрений навоза, помета и стоков при инфекционных и инвазионных болезнях животных и птицы (утв. Минсельхозом РФ 04.08.1997 N 13-7-2/1027).
2. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. 20.07.2017) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов». – Введ. – 24.06.2017. – М. : Минприроды, 2017. – 334 с.

СТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ *PSEUDOMONAS AUREOFACIENS* И ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ ДЛЯ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА

Лукаткин Андрей Александрович, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», Россия, Мордовия, г. Саранск, ussr1960@yandex.ru

Лукаткин Александр Степанович, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», Россия, Мордовия, г. Саранск, aslukatkin@yandex.ru

Представлены данные по изучению биопрепарата, полученного на послеспиртовой барде с использованием бактерий *Pseudomonas aureofaciens*. Показано положительное влияние обработки семян огурца препаратом на динамику изменения площади листовой пластины и длину корневой системы растений. Это свидетельствует о принципиальной возможности использования биопрепарата на основе *P. aureofaciens* для улучшения роста огурца в почвенной культуре.

Ключевые слова: *Pseudomonas aureofaciens*, культивирование, послеспиртовая барда, биопрепарат, огурец, рост, площадь листовой пластины.

STUDYING THE GROWTH-STIMULATING ACTIVITY OF BIOPREPARETE OBTAINED ON PSEUDOMONAS AUREOFACIENS AND POST-ALCOHOL DRAFF BASIS, FOR CUCUMBER PLANTS

Lukatkin A. A., Lukatkin A. S.

Data on the study of a bioprepate obtained on a post-alcohol draff with the use of *Pseudomonas aureofaciens* bacteria are presented. The positive effect of cucumber seed treatment by this bioprepate on the leaf plate area and the length of the roots system of plants are shown. This indicates the fundamental possibility of using a biological product based on *P. aureofaciens* to improve the growth of cucumber in soil culture.

Key words: *Pseudomonas aureofaciens*, cultivation, post-alcohol draff, bioprepate, cucumber, growth, leaf plate area.

На спиртовых заводах ежегодно образуется огромное количество отходов, представляющих существенную проблему отрасли. Значительное место среди них занимает послеспиртовая барда, её выход составляет 0,12 м³ на 1 дал выработанного спирта. Рациональным способом утилизации зерновой барды является использование в качестве субстрата для выращивания микроорганизмов, кормовых дрожжей и получения ценных белковых продуктов [1].

Бактерии рода *Pseudomonas* способны контролировать развитие фитопатогенов в ризосфере растений как за счет конкуренции за источник углерода и энергии, так и продуцируя антифунгальные метаболиты или гидролитические ферменты, разрушающие клеточные стенки грибов. Ранее было показано, что выращивание бактерий *Pseudomonas aureofaciens* на среде с жидкой фракцией послеспиртовой барды позволяет получить препарат, обладающий выраженными антифунгальными свойствами [2]. Однако наряду с такими характеристиками культуральная жидкость, полученная при выращивании *P. aureofaciens*, влияла на рост растений томата [3], вероятно, за счет выделяемых бактерией факторов роста (в частности, индолуксусной кислоты).

Цель работы – изучение рост-стимулирующей активности культуральной жидкости после выращивания *Pseudomonas aureofaciens* на послеспиртовой барде, на растениях огурца (*Cucumis sativus* L.). Материалом для работы служили семена и растения огурца сортов Монастырский и Невский, а также бактерии *Pseudomonas aureofaciens*, выращенные на скошенном питательном агаре (рН 6,8–7,0), содержащем следующие компоненты (г/л): сахароза – 10; дрожжевой экстракт – 5; пептон – 10; агар-агар – 18. На агаризованной среде бактерии выращивали в термостате при температуре 30 ± 1 °С в течение 2 сут.

Полученным посевным материалом засевали маточную колбу объемом 250 мл со 100 мл жидкой фракции послеспиртовой барды, полученной с ОАО «Мордовспирт». Состав барды, %: вода – 93, сухие вещества – 7 (органические кислоты 20–21% от сухого вещества,

летучие органические кислоты 8–9% от сухого вещества, растворимые сухие вещества 2,7, углеводы 0,4, пентозаны 0,4, гемицеллюлозы 1,7, целлюлоза 0,7, азот 0,2, зола 0,6, жир 0,5). Выращивание проводили на качалке при 150 об/мин и температуре 25–26 °С в течение 24 час. Полученной культуральной жидкостью (КЖ) в концентрации 10⁶ КОЕ/мл обрабатывали семена огурца при оптимальной температуре (25 °С) в течение 48 час (контроль – водопроводной водой).

Пророщенные семена высаживали в сосуды с почвой, в одном сосуде 10 растений. Растения выращивали при температуре 25 °С, освещенности 5000 лк, 16-часовом фотопериоде. Измеряли длину корней и площадь листовой пластины (весовым методом), начиная с 10-го дня роста через каждые 5 сут.

Все результаты получены в двух последовательных опытах, каждый из которых состоял не менее чем из пяти повторностей. Результаты обрабатывали статистически по общепринятым в биологии методам. Сравнение вариантов опытов проводили при 5 % уровне значимости по t-критерию Стьюдента.

Результаты показали, что обработка семян огурца биопрепаратом (КЖ *P. aureofaciens*) оказала положительное влияние на площадь листовой пластины огурца (таблица 1). При обработке биопрепаратом площадь листовой пластины у растений сорта Монастырский на 10-е сутки роста была на 22 % больше, чем в контроле. К 30-м суткам эта разница достигла 32 %.

Сходные результаты были получены на растениях сорта Невский. Использование биопрепарата на основе *P. aureofaciens* способствовало увеличению площади листовой пластины по сравнению с контрольным вариантом на 11 % (10-е сутки роста), и до 27 % к 30-м суткам.

Таблица 1 – Влияние обработки биопрепаратом на динамику изменения площади листовой пластины у сортов огурца, см²

Дни после посадки	Монастырский		Невский	
	Контроль	Биопрепарат	Контроль	Биопрепарат
10	15,0±0,5	18,3±1,2	17,7±0,8	19,7±0,7
15	17,7±0,7	22,1±1,8	21,5±1,1	26,8±1,9
20	19,6±0,6	27,0±1,5	25,1±2,0	34,4±1,6
25	27,5±1,4	38,0±1,5	32,0±2,1	39,2±2,0
30	35,9±1,7	47,7±2,4	37,7±2,0	48,0±1,4

Биопрепарат также оказал стимулирующее влияние на рост корневой системы огурца (таблица 2). Так, у растений сорта Монастырский длина корня на 10-е сутки роста в варианте с биопрепаратом превышала водный контроль на 22 %, а через 30 суток роста – на 40 %. У сорта Невский, который отличался большей длиной корневой системы по сравнению с Монастырским, также отмечена большая длина корня вследствие обработки биопрепаратом – на 20 % спустя 10 суток роста и на 28 % к 30-м суткам.

Таблица 2 – Влияние обработки биопрепаратом на динамику изменения длины корневой системы у сортов огурца, см

Дни после посадки	Монастырский		Невский	
	Контроль	Биопрепарат	Контроль	Биопрепарат
10	12,5 ± 0,7	15,3 ± 0,2	14,8 ± 1,0	17,7 ± 0,9
15	15,4 ± 0,9	20,0 ± 1,3	18,6 ± 1,2	23,8 ± 1,0
20	19,6 ± 0,9	27,5 ± 1,1	22,1 ± 1,0	30,1 ± 1,6
25	23,3 ± 1,3	35,1 ± 1,5	28,7 ± 1,1	39,2 ± 1,8
30	29,1 ± 1,8	40,6 ± 2,2	33,6 ± 2,1	43,1 ± 1,6

Анализ полученных данных показывает принципиальную возможность использования биопрепарата на основе *Pseudomonas aureofaciens* для улучшения ростовых показателей растений огурца в почвенной культуре. Используемый подход позволяет, наряду с утилизацией отходов спиртовой промышленности (барды), получить ценный биопрепарат, обладающий антифунгальной и рост-стимулирующей активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов С. Т. Проблемы комплексной переработки послеспиртовой зерновой барды / С. Т. Антипов, А. В. Журавлев // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2005. – № 2. – С. 36–38.
2. Лукаткин А. А. Исследование антифунгальных свойств *Pseudomonas aureofaciens* 2006 / А. А. Лукаткин, С. А. Ибрагимова, В. В. Ревин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6. – С. 211–213.
3. Лукаткин А. А. Получение бактериального препарата на основе жидкой фракции послеспиртовой барды и исследование его антифунгальных свойств: автореф. дисс... канд. биол. н. / А. А. Лукаткин. – Саранск, 2010. – 24 с.

УДК 663.97.0048

ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ОТХОДОВ ТАБАЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Плотникова Татьяна Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, *Россия*, г. Краснодар, vniitti1@mail.kuban.ru
Саломатин Вадим Александрович, доктор экономических наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, *Россия*, г. Краснодар, vniitti1@mail.kuban.ru
Егорова Елена Владимировна, старший преподаватель, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», *Россия*, г. Краснодар

Предложен способ ускоренного разложения табачной пыли при её использовании в качестве органического удобрения, включающий совместное применение пыли в дозах от 2–8 т/га с биодеструкторами Стернифаг (80 г/га) или Биоконкомплекс БТУ (1 л/га) за месяц до предполагаемого посева или посадки сельскохозяйственных культур. Предлагаемые приемы способствуют повышению плодородия почвы, а также эффективному подавлению патогенной микрофлоры.

Ключевые слова: промышленные отходы, табачная пыль, утилизация, органическое удобрение, Стернифаг, Биоконкомплекс БТУ, питательные элементы, биологическая активность почвы, микопатогены.

OPTIMISATION OF AGROCHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF LEACHED BLACK EARTH BY UTILIZING WASTES OF TOBACCO INDUSTRY AS FERTILIZER

Plotnikova T. V., Salomatina V. A., Egorova E. V.

Method for accelerated tobacco dust degradation by utilizing it as fertilizer is proposed. According to it tobacco dust (2–8 t/ha) is applied in composition with biodestructors Sternifag (80 g/ha) or Biocomplex BTU (1 l/ha) one month before sowing or transplanting of agricultural plants. This method leads to increasing the soil fertility and suppressing pathogenic organisms.

Keywords: industrial wastes, tobacco dust, utilization, organic fertilizer, Sternifag, Biocomplex BTU, soil nutrients, biological activity of soil, mycopathogens.

В современном мире, когда экологические вопросы являются первостепенными, приоритетность приобретают направления по сокращению выбросов промышленных отходов либо по использованию их в качестве вторичных товарных продуктов. Особая роль отводится отходам, применяемым при производстве сельскохозяйственной продукции. К таким отходам, которые целесообразно использовать в качестве органического удобрения, относится табачная пыль. По данным Росстата в 2016 г. в табачной отрасли РФ произведено порядка 336,2 млрд шт. сигарет [5], при этом промышленных отходов согласно расчетам образовалось около 9,4 тыс. т из которых порядка 8,1 тыс. т табачной пыли с содержанием ценных питательных элементов, необходимых для растений (%): азот (1,84–2,3), фосфор (0,24–0,37) и калий (2,14–3,72) [3]. Невозвратный отход, как умеренно опасное вещество (3-й класс

опасности), утилизируют на полигонах или сжигают, при этом пыль является серьезным загрязняющим фактором. В связи с этим актуальность приобретают разработки способов бесполигонной утилизации.

Для ускоренного разложения табачной пыли ВНИИТТИ предложен способ совместного её применения с биодеструкторами. На опытно-селекционном участке института отходы вносили весной в дозах 2, 5 и 8 т/га как в чистом виде, так и совместно с биодеструкторами Стернифаг (80 г/га) и Биоконкомплекс БТУ для стерни и почвы (1 л/га). С этой целью (из расчёта на 1 га) в 300 л воды разводили 3 кг аммиачной селитры, добавляли биодеструктор, смесь перемешивали и готовый рабочий раствор равномерно наносили на участок с внесённой пылью, заделывая в почву на глубину 5–10 см. Площадь учётной делянки 5 м². Повторность трехкратная. Образцы почвы отбирали с глубины 0–20 см через 30 сут после внесения. В почвенных образцах определяли биологическую активность: нитрифицирующую способность по Кравкову (1972), целлюлозоразрушающую активность по Федорову (1963), интенсивность выделения CO₂ из почвы – дыхание по Штатнову (1952) [1, 2, 6]. Для характеристики питательного режима почвы определяли нитратный и аммонийный азот, подвижный фосфор и калий [4]. Оценивали влияние табачной пыли на состав почвенной микофлоры по методикам G. D. Easton (1969) [7].

В результате проведенных опытов по использованию табачной пыли (ТП) в качестве удобрительного средства установлено повышение содержания в почве аммонийных и нитратных форм азота. Так, обеспеченность исходной почвы питательными элементами находилась за годы наблюдений на низком уровне: нитратный азот 3,8–6,0; аммонийный 1,0–2,4; подвижный фосфор 8,2–8,7; обменный калий 8,0–13,5 мг/100 г почвы (таблица). При внесении ТП в чистом виде отмечено увеличение аммонийных форм азота до уровня 3,1–4,5 мг/100 г почвы (2015 г.) и 1,7–1,9 мг/100 г (2016 г.), при обработке пыли биодеструктором Стернифаг содержание данной формы азота увеличивается до 3,6–4,8 мг/100 г (2015 г.) и 2,3–3,9 мг/100 г (2016 г.).

С препаратом БТУ: 2,5–6,4 и 2,0–3,6 мг/100 г почвы соответственно. Содержание нитратов на участке с использованием ТП в чистом виде составляет 6,3–9,4 мг/100 г почвы (2015 г.) и 3,5–4,6 (2016 г.), с использованием биодеструкторов данные увеличиваются 7,8–17,4 и 5,9–7,9 мг/100 г соответственно. При внесении ТП в дозах 2–8 т/га отмечено низкое содержание подвижного фосфора – 9,0–10,3 мг/100 г, с добавлением деструкторов показатели составили 10,0–16,8 мг/100 г почвы. ТП в чистом виде способствовала увеличению содержания в почве обменного калия до 9,7–17,8 (2015 г.) и 16,3–20,5 мг/100 г почвы (2016 г.). Обработка биодеструкторами увеличила содержание обменного калия от 11,7 до 32,5 мг/100 г почвы за период наблюдений.

Также установлено, что в испытанных дозах ТП способствовала увеличению нитрифицирующей способности почвы до 9,2–14,0 мг NO₃/100 г почвы (2015 г.) и до 7,4–9,3 (2016 г.) по сравнению с контролем (6,4–7,4). Биодеструкторы способствовали активизации процесса нитрификации до 9,7–30,2 мг NO₃/100 г почвы.

Интенсивность процесса разложения клетчатки в опыте колебалась в пределах от 17,4 до 78,7 %. Заметное оживление деятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов отмечено при внесении биодеструктора Стернифаг. Снижение активности – при внесении ТП в дозе 8 т/га во второй год исследований при меньшем количестве выпавших осадков.

Продуцирование углекислоты почвой заметно увеличивается при внесении ТП и составляет 19,8–50,6 мг/кг почвы в сутки в зависимости от дозы применения, а при добавлении биодеструкторов показатели повышаются до 30,8–70,7 мг/кг.

Внесение табачной пыли, а также препаратов Стернифаг и Биоконкомплекс БТУ в почву повлияли на снижение её инфицированности грибами. Микологический анализ контрольного образца выявил колонии микопатогенов рода *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, *Curvularia spp.* и представителя супрессивной группы гриба рода *Penicillium spp.* (до 6 тыс. КОЕ 1 г абсолютно сухой почвы). Рост колоний почвенного микромицета супрессивной группы рода *Trichoderma spp.* был замечен в слабой степени (1 тыс. КОЕ/1 г). В вариантах с применением ТП отмечены единичные колонии микромицетов родов *Alternaria spp.*, *Penicillium spp.*, и *Curvularia spp.* (до 2 тыс. КОЕ/1 г). Рост колоний грибов рода *Fusarium spp.* не превышал 3 тыс. КОЕ/1 г. Наблюдался активный рост колоний гриба рода *Trichoderma spp.* (до 3 тыс. КОЕ/1 г).

Таблица – Изменение содержания в почве подвижных форм основных питательных элементов и её биологической активности под влиянием табачной пыли, внесённой в качестве органического удобрения

Вариант	Азот, мг/100 г		P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	Нитрифици- рующая способность почвы, мг/100 г	Степень разложе- ния клет- чатки, %	Продуцирова- ние CO ₂ , мг/кг почвы в сутки
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻					
2015 г. (75 мм осадков)							
Контроль	2,4	6,0	8,7	8,0	6,4	9,4	17,6
ТП 2 т/га	3,1	6,3	9,0	9,7	9,2	17,4	37,4
ТП 5 т/га	3,8	7,1	9,6	10,4	12,0	17,7	42,4
ТП 8 т/га	4,5	9,4	9,9	17,8	14,0	23,2	50,6
ТП 2т/га + Стернифаг	3,6	7,8	12,3	20,6	20,3	36,5	45,0
ТП 5т/га + Стернифаг	4,2	8,5	14,2	27,4	25,1	64,2	58,5
ТП 8 т/га+Стернифаг	4,8	12,6	16,8	32,5	30,2	85,4	70,7
ТП 2т/га + БТУ	2,5	11,6	10,0	11,7	17,0	26,0	52,8
ТП 5т/га + БТУ	4,1	12,5	10,4	13,8	17,9	27,8	55,0
ТП 8 т/га + БТУ	6,4	17,4	11,6	19,6	19,2	29,3	66,0
2016 г. (50 мм осадков)							
Контроль	1,0	3,8	8,2	13,5	7,4	10,5	13,2
ТП 2 т/га	1,7	4,6	9,6	17,5	8,7	12,6	19,8
ТП 5 т/га	1,9	4,9	10,3	20,5	9,3	22,4	35,2
ТП 8 т/га	1,7	3,5	9,1	16,3	7,4	13,7	33,0
ТП 2т/га +Стернифаг	2,3	6,4	11,4	19,5	12,4	33,2	41,8
ТП 5т/га +Стернифаг	3,4	7,7	12,1	23,8	16,3	61,1	54,0
ТП 8 т/га+Стернифаг	3,9	7,9	12,8	26,5	19,6	78,7	66,0
ТП 2т/га + БТУ	2,0	5,9	10,0	18,3	9,7	20,1	30,8
ТП 5т/га + БТУ	3,2	6,2	11,8	22,3	11,5	25,3	43,0
ТП 8 т/га + БТУ	3,6	6,4	12,2	25,4	15,7	34,2	50,2

Наиболее эффективное подавление патогенной микофлоры установлено при внесении ТП совместно с биодеструкторами, здесь преобладающим определён гриб рода *Trichoderma spp.* (до 4–5 тыс. КОЕ/1 г почвы), являющийся природным деструктором. Грибы рода *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* и *Penicillium spp.* выявлены единично.

Таким образом, для повышения плодородия почвы рекомендуется использовать ТП в качестве органического удобрения в дозах 2–8 т/га совместно с биодеструкторами Стернифаг или Биокомплекс БТУ за месяц до начала проведения весенних полевых работ при достаточном количестве выпавших осадков – 50–75 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А. В. Соколова. – М. : Наука, 1975. – С. 99–100.
2. К методике определения биологической активности // Доклады ВАСХНИЛ. – 1952. – Вып. 6. – С. 27–30.
3. Кротов В. Г. Возможность использования табачной пыли в качестве источника органических удобрений в сельском хозяйстве / В. Г. Кротов, Е. А. Кротова // Табаско-РЕВЮ. – 2007. – № 4. – С. 18–30.
4. Мещеряков А. М. Извлечение и определение нитратов и аммония в почвах сероземной зоны Таджикистана / А. М. Мещеряков, М. В. Тетерина // Агрохимия. – 1972. – № 6. – С. 124–131.
5. Оценка состояния Российского рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://tabakprom.ru/statistika/ocenka/>
6. Практическое руководство по почвенной микробиологии. – М. : Сельхозиздат, 1963. – 615 с.
7. [Easton](#) G. D. A method of estimating *Verticillium albo-atrum* propagules in field soil and irrigation waste water / [G. D. Easton](#), [M. E. Nagle](#), [D. L. Bailey](#) // Fitopatology. – 1969. – Vol. 59. – № 8. – P. 1171–1172.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИАКРИЛАМИДНОГО ФЛОКУЛЯНТА НА ВЕЛИЧИНУ МУТНОСТИ МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ СТОЧНЫХ ВОД

Шачнева Евгения Юрьевна, кандидат химических наук, профессор РАЕ, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», Россия, г. Астрахань, evgshachneva@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований применения полиакриламидных флокулянтов для флокуляционной очистки модельных сточных вод промышленных предприятий. Описана флокуляция дисперсных систем полиэлектролитами. Определены величины мутности рассматриваемых реагентов. Приведены графические зависимости рассчитанных величин от концентрации реагента. Результаты исследований позволят минимизировать затраты, повысить эффективность, надежность и стабильность работы очистных сооружений, улучшить качество воды поверхностных водоисточников за счет сокращения снижения количества сброшенных вредных веществ со сточными водами.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, флокулянт, мутность.

THE IMPACT OF POLYACRYLAMIDE FLOCCULANT ON THE TURBIDITY VALUE OF THE MODEL WASTEWATER SYSTEMS

Shachneva E.Yu.

The article presents the results of application of polyacrylamide flocculants for the flocculation treatment of model wastewater of industrial enterprises. Described flocculation of disperse systems polyelectrolytes. The values of the turbidity of the considered reactants. The graphic dependences of the calculated values of concentrations of the reagent. The results of the research will allow to minimize costs, increase efficiency, reliability, and stability of sewage treatment plants, improve water quality of surface water sources by reducing the reduction amount of the emitted harmful substances in wastewater.

Keywords: wastewater treatment, flocculant, turbidity.

Работа любого промышленного предприятия, в том числе химического, связана с большим потреблением воды, так как вода используется всех технических процессах, а также является основной составной частью выпускаемой продукции. Все это требует решения проблем, связанных с загрязнением окружающей среды сточными водами, а следовательно, совершенствования методов их очистки. Выбор метода очистки зависит от санитарных требований к качеству сточных вод, объема производства, его направленности, а также типа исходного сырья. Один из наиболее эффективных физико-химических методов очистки промышленных сточных вод с применением высокомолекулярных флокулянтов позволяет удалять до 97–98 % коллоидных и высокодисперсных примесей, таких как тяжелые металлы, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества и др. из сточных вод и на сегодняшний день является одними из наиболее перспективных [1–6].

В нашей стране в различных областях промышленности традиционно использовались полиакриламид и соединения на его основе. Это высокомолекулярное соединение с молекулярной массой примерно $0,5\text{--}6 \cdot 10^6$, на основе которого созданы различные композиции флокулянтов. Его действие связано с увеличением размеров хлопьев, что и приводит к росту скорости осаждения, эффективности очистки сточной воды. Осветление сточной воды после коагуляционной обработки осуществляется с помощью отстаивания. Выбор типа флокулянта определяется рядом факторов, таких как заряд скоагулированных частиц, величина кислотности среды, наличие растворенных примесей. В рамках практического анализа применяют флокулянты, имеющие разный знак и величину заряда, что говорит о более сложном механизме флокуляции скоагулированных загрязнений и влиянии других факторов. Данная технология имеет ряд преимуществ, таких как исключение вторичного загрязнения воды продуктами гидролиза коагулянтов, снижение коррозионной активности воды, сокращение количества образующегося осадка, а также и повышение его способности к обезвоживанию. Кроме того, флокулянты способны к химическому взаимодействию с растворенными примесями сточных вод с образованием нерастворимых соединений. На практике эффект осажде-

ния растворимых органических загрязнений проявляется в укрупнении взвешенных примесей сточных вод. В большинстве случаев рассматриваемые реагенты обладают более высокой эффективностью по сравнению с исходными компонентами. Их применение позволяет упростить технологию очистки, расширить области их эффективного использования и решить проблему обезвреживания сильнозагрязненных сточных вод.

Целью исследования явилось определение зависимости величины значений мутности и флокуляционной активности полиакриламидных флокулянтов от объема введенного реагента. Это позволит провести сравнительный анализ флокуляционной активности модельных растворов сточных вод с применением флокулянтов серии АК-631(Н-600, водоканального, аммиачного).

Экспериментальная часть

Приборы и реактивы. Модельные растворы полиакриламидных флокулянтов (Н-600, водоканальный, аммиачный); дистиллированная вода; кварцевый песок; фотоколориметр ПЭ-5400в; оборудование лабораторное.

Влияние полиакриламидного флокулянта на величину мутности модельных систем сточных вод. В качестве модельной дисперсной системы готовят 0,8 %-ую суспензию кварцевого песка ($\rho=2,7 \text{ г/см}^3$) (размер частиц кварцевого песка в растворах изучен по методу Геллера и равен 96,45 нм).

Метод определения величины мутности основан на изменении коллоидными частицами рассеяния света в зависимости от размеров частиц дисперсной фазы и длины волны падающего света. Для этого в цилиндр вносят необходимые количества вещества, взвешенного на технических весах, и дистиллированной водой доводят до 100 см³. Суспензию разливают в цилиндры на 250 см³, в каждый из которых пипеткой вводят необходимое количество раствора флокулянта $V_{\text{ф}}$, рассчитываемого по формуле:

$$V_{\text{ф}} = \frac{C_{\text{ф}} \cdot 250}{0,1 \cdot 100}, (\text{мл}) \quad (1)$$

Затем систему осторожно перемешивают в течение 1–1,5 мин, для равномерного распределения макромолекул флокулянта по всему объему суспензии. После перемешивания система «суспензия–флокулянт» отстаивается 30 мин для равномерного распределения частиц дисперсной фазы. Через 30 мин производят измерение оптической плотности надосадочной жидкости. В кювету сравнения заливают дистиллированную воду. Измерение оптической плотности проводится на спектрофотометре, на основании чего производят расчет величины мутности (τ) по формуле:

$$\tau = \frac{A \cdot 2,3}{l}, \quad (2)$$

где A – оптическая плотность, l – длина кюветы, см.

В ходе исследований были экспериментально получены графические зависимости величин мутности от концентрации введенного в систему реагента (флокулянта). Результаты измерений представлены на рисунке.

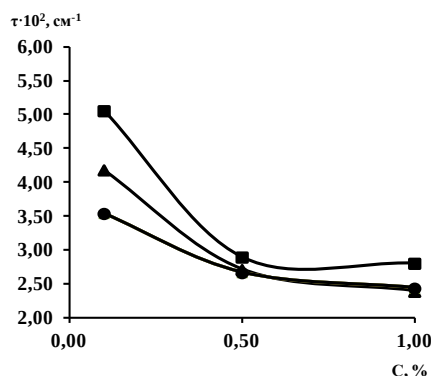


Рисунок – Графическая зависимость величины мутности раствора в присутствии частиц кварцевого песка от концентрации введенного флокулянта (■- Н-600, ●- аммиачный, ▲- водоканальный)

Для каждой из рассматриваемых дисперсных систем при увеличении концентрации реагента (от 0,1 до 1,0 %) наблюдается уменьшение величины мутности дисперсной системы, которая прямо пропорциональна определяемой в ходе исследования величине оптической плотности рассматриваемых растворов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байборodin А. М. Локальная очистка сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий методом коагуляции / А. М. Байборodin : дис. канд. техн. наук – 05.21.03 «Техн. и обор. хим. переработки биомассы дерева; химия древесины». – Архангельск, 2014. – 134 с.
2. Гандурина Л. В. Органические флокулянты в технологии очистки природных и промышленных сточных вод и обработки осадка / Л. В. Гандурина // Инж. обесп. объектов стр.: Обз. инф. – М. : ВНИИТПИ. – 2000. – Вып.2. – 59 с.
3. Гандурина Л. В. Сравнение эффективности алюмосодержащих коагулянтов для очистки воды от взвешенных и растворенных загрязнений : коагуляционная очистка мутных малоцветных вод. Ч. 1 / Л. В. Гандурина, Т. А. Будыкина // Вода: химия и экология. – 2011. – Т. 1. – № 1. – С. 39–43.
4. Гандурина Л. В. Сравнение эффективности алюмосодержащих коагулянтов для очистки воды от взвешенных и растворенных загрязнений: удаление из воды анионных органических загрязнений. Ч. 2. / Л. В. Гандурина, Т. А. Будыкина // Вода: химия и экология. – 2011. – № 8. – С. 48–54.
5. Гетманцев С. В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами / С. В. Гетманцев, И. А. Нечаев, Л. П. Гандурина. – М. : Изд. АСВ, 2008. – 272 с.
6. Коагулянты и флокулянты: анализ и оценка современного технологического уровня производства : Анал. обзор / Черкасский НИИТЭХИМ. – Черкассы, 2001. – 37 с.

УДК 631-92.95

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПРОДУКТАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Ткаченко Алла Васильевна, кандидат химических наук, заведующая кафедрой МАОУ ВПО «Краснодарский муниципальный медицинский институт высшего сестринского образования», *Россия, г. Краснодар, Tkach5555@yandex.ru*

Литвин Виталий Витальевич, Академик МАНЭБ, Председатель Краснодарского Краевого Культурно-исторического центра ЮНЕСКО, *Россия, г. Краснодар, kuban-unesco1@rambler.ru*

Методом газовой хроматографии определено содержание гербицида пеноксилама в зерне риса. Для повышения чувствительности определения экстракт препарата подвергали ионообменному концентрированию. Содержание пеноксилама в зерне риса мало зависит от сорта и не превышает ПДК. В пропаренном рисе следы гербицида отсутствуют.

Ключевые слова: гербициды, экология, рис, хроматография, ионообменное концентрирование

ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE CONTENT OF HERBICIDES IN AGRICULTURAL PRODUCTS

Tkachenko A. V., Litvin V. V.

The content of the herbicide of penoxulam in the rice grain was determined by gas chromatography. To increase the sensitivity of the determination, the drug extract was subjected to ion-exchange concentration. The content of penoxulam in the grain of rice depends little on the variety and does not exceed the MPC. The traces of herbicide are absent in steamed rice.

Key words: herbicides, ecology, rice, chromatography, ion-exchange concentration.

В условиях современной напряженной экологической обстановки особенно важным является оптимизация отходов промышленности и сельского хозяйства, а также качество

сельскохозяйственной продукции. Ранее нами проведено исследование содержания остатков гербицидов в сбросных водах рисовых систем Краснодарского края, а также влияния отходов цементной промышленности на экологию [1, 3]. В продолжение работ по решению экологических проблем нашего края нами начаты исследования содержания вредных и полезных микропримесей в продуктах сельского хозяйства.

Производство риса в современной агрокультуре невозможно без применения гербицидов. Одним из главных гербицидов риса на Кубани является Цитадель; его применение повышает урожайность риса на 25–30 %. Действующее вещество гербицида Цитадель – пеноксилам (класс триазолпиримидиновых сульфонамидов), применяется от фазы 2–4 листьев однолетних злаковых сорняков и 5–6 листьев у клубнекамыша и до конца кущения риса, причем его эффективное действие против сорняков пролонгировано на срок до 4 недель после внесения. Особенно токсичен этот гербицид для гидробионтов (первый класс опасности по этому показателю). Для млекопитающих этот гербицид малотоксичен (3-й класс опасности). По последним данным, пеноксилам признан вероятным канцерогеном, поскольку у крыс он вызывает лейкоз мононуклеарных клеток [5]. Из почвы пеноксилам всасывается в растения. С течением времени гербицид разлагается, однако остаточные его количества могут содержаться в готовом продукте – зерне риса.

В качестве объекта исследования в настоящей работе выбраны зерна разных сортов кубанского риса и импортного (индийского) длиннозерного риса.

Нами использован блок методов, включающий определение гербицида методом газовой хроматографии, а также метод определения микроколичеств этого препарата с применением предварительного концентрирования на ионообменных смолах, разработанный одним из авторов [2]. Ионообменное концентрирование после экстракции препарата позволяет на порядок повысить чувствительность определения.

Метод включает экстракцию препарата из навески измельченных зерен риса системой ацетонитрил–ацетон, концентрирование на катионите КУ $\times 2 \times 8$ с последующим введением аликвоты элюата в газовый хроматограф и компьютерной обработкой результатов Мультитхром.

Получены следующие данные по содержанию пеноксилама, мг/кг: рис кубанский длиннозерный нешлифованный – 0,07, рис кубанский длиннозерный шлифованный – 0,05, рис кубанский длиннозерный пропаренный – ниже предела обнаружения. В пробах импортного индийского риса препарат не обнаружен, что, впрочем, не исключает присутствия в нем примесей других пестицидов.

В соответствии с техническим регламентом Таможенного союза 015/2011 «О безопасности зерна» [4], содержание пеноксилама в зерне риса не должно превышать 0,5 мг/кг. Настоящее исследование доказывает экологическую безопасность кубанского риса; в первую очередь это относится к пропаренному продукту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ткаченко А. В. Проблемы накопления гербицидов в сбросных водах рисовых систем / А. В. Ткаченко, А. М. Аслонянц // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : Междунар. экол. конф., Краснодар, 2015.
2. Ткаченко А. В. Разработка метода определения микроколичеств веществ. / А. В. Ткаченко, Г. А. Калинина // Развитие науки в 21 веке : 2-я Междунар. конф., Харьков, Украина, 2015. – С. 16–20.
3. Ткаченко А. В. Влияние отходов цементной промышленности на экологию / А. В. Ткаченко, О. М. Дробышева, С. В. Соколов // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : V Междунар. НПК, Краснодар, 2017 – С. 600–603.
4. Технический регламент Таможенного союза 015/2011 «О безопасности зерна».
5. Jabusch T., Karunatilake H. Acute renal failure following penoxsulam poisoning / Jabusch T., Karunatilake H. // J- Agric Food Chem. – 2005. – P. 7179–7183.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И *HUMICOLA FUSCOATRA*

Черепухина Ирина Вячеславовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова», ассистент кафедры ФГБОУ ВО «ВГУ», Россия, г. Воронеж, icherepukhina@gmail.com

Безлер Надежда Викторовна, доктор сельскохозяйственных культур, заведующая лабораторией ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова», профессор кафедры ФГБОУ ВО «ВГУ», Россия, г. Воронеж, bezler@list.ru

В ходе полевых опытов, установлено, что использование соломы зерновых культур (озимой пшеницы и ячменя) совместно с целлюлозолитическим микромицетом *Humicola fuscoatra* приводит к повышению активности биологических процессов в почве. При большей скорости выделения CO₂ увеличивается и коэффициент продуктивности фотосинтеза сахарной свеклы, в результате повышается урожайность культуры: прибавка урожая составила 10,1 т/га относительно заправки соломы и 8,1 т/га – соломы с азотным удобрением.

Ключевые слова. Солома зерновых культур, *Humicola fuscoatra*, углекислый газ, углерод, фотосинтетические процессы.

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF PRESERVING THE FERTILITY OF LEACHED CHERNOZEM WHEN USING GRAIN CROP STRAW AND *HUMICOLA FUSCOATRA*

Cherepukhina I. V., Bezler N. V.

In the course of studies conducted in the field experiment, it was established that the use of cereal straw (winter wheat and barley) together with the cellulolytic micromycete *Humicola fuscoatra* leads to increase the activity of biological processes in the soil. With a higher rate of CO₂ emission, the productivity of photosynthesis of sugar beet is also increased, as a result, the yield of the crop is increased: the yield increment was 10.1 t/ha compared with use of straw and 8.1 t/ha – straw with nitrogen fertilizer.

Keywords. Straw of cereals, *Humicola fuscoatra*, carbon dioxide, carbon, photosynthetic processes.

В Воронежской области при средней урожайности зерновых 35,4 ц/га на полях остается около 2 млн т соломы [4]. Такой объем может обеспечить ежегодное восполнение запасов органического вещества пахотных земель.

Некоторая часть соломы может теряться из-за малоэффективных и экологически опасных способов их утилизации: сжигания в рядах, копнах или складирования на краях полей в скирды, которые в конечном итоге сжигаются. Этим наносится непоправимый ущерб экологической обстановке. При сжигании соломы сгорает органическое вещество как самой соломы, так и верхнего слоя почвы. В результате продукты сгорания соломы – парниковые газы (закиси углерода и азота) – загрязняют атмосферу [1,6].

В результате естественного разложения соломы также выделяется углекислый газ, однако такое его количество может расходоваться в процессе фотосинтеза, что является положительным аспектом использования соломы. Поступившее в почву в виде растительных остатков органическое вещество подвергается разложению гетеротрофными микроорганизмами. Интенсивность выделения CO₂ из почвы является показателем скорости разложения органического вещества в ней: чем больше разложилось органического вещества, тем больше выделилось CO₂. Однако необходимо детальное изучение эмиссии углекислого газа для контроля газового состава атмосферы [3]. Оставшаяся часть органического вещества не разлагается, а образует «запасной фонд», или гумус, накопление которого в почве способствует повышению её потенциального плодородия.

Для пополнения органического вещества почвы активно разрабатываются и внедряются в практику альтернативные методы утилизации пожнивных остатков, предполагающие более полное их вовлечение в биологический круговорот с применением современных ком-

плексных микробиологических препаратов. Во Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова в лаборатории эколого-микробиологических исследований почвы из чернозема выщелоченного был выделен штамм целлюлозолитического микромицета *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016, обладающий высокой активностью. Лабораторные и полевые исследования показали, что его использование приводит к ускорению разложения соломы на 50 % [2].

В 2011 г на новом опытном поле ВНИИСС был заложен многолетний полевой опыт с запашкой соломы озимой пшеницы и ячменя в паровом звене зернопаропропашного севооборота (пар – озимая пшеница – сахарная свёкла – ячмень). Содержание гумуса было определено по методике Тюрина. Интенсивность выделения углекислого газа из почвы учитывали методом оценки газообразных потерь углерода из почвы, а также титриметрически по методу Карпачевского. Коэффициент продуктивности фотосинтеза ($K_{\text{пф}}$) рассчитывали по соотношению фотосинтетической активности (N-тестер) и площади листовой поверхности [5, 7].

Изучение потоков CO_2 титриметрическим методом показало, что в целом за весь период активного роста сахарной свёклы (с мая по август) выделение углекислого газа происходило активнее при запашке соломы с дополнительными компонентами. В июле при сочетании благоприятных условий увлажнения и температурного режима наибольшая интенсивность выделения CO_2 была при использовании соломы и целлюлозолитического микромицета, она превышала контроль на 44,8 %, использование одной соломы – на 32,4 %, соломы с азотным удобрением – на 33,4 %. Измерение потоков углекислого газа из экспозиционных камер с последующим анализом образцов на газовом хроматографе показало, что в среднем на всех точках отбора газовых проб эмиссия CO_2 при запашке соломы с дополнительными компонентами на 61,2 ppb превышала контроль.

Содержание стабильного гумуса в почве в слое 0–15 см оставалось на одном уровне: 5,09–5,12 %. При использовании соломы количество гумусовых веществ снижалось к концу вегетации культуры от 5,21 до 5,18 %, так же как и при заделке в почву соломы с азотным удобрением. Использование целлюлозолитического микромицета для ускорения разложения соломы положительно влияло и на накопление гумуса в почве. Так, в мае его содержание было выше контроля на 0,30, в июле – на 0,22, а в сентябре – на 0,23. В слое 15–30 см такая динамика сохранялась. Совместная запашка соломы зерновых культур с аборигенным штаммом целлюлозолитического микромицета (*Humicola fuscoatra*) в наибольшей мере способствовала увеличению содержания в почве гумуса.

В середине вегетации сахарной свеклы изучали коэффициент продуктивности фотосинтеза путем измерения площади листовой поверхности растений и сопоставления их с показаниями N-тестера. В ходе исследований было выявлено, что наибольшая площадь листьев сахарной свёклы была при использовании соломы с целлюлозолитическим микромицетом и превышала контроль на 39,0 %, внесение одной соломы – на 29,6 %, соломы с азотным удобрением – на 21,8 %. В результате этого и коэффициент продуктивности фотосинтеза составил 7,00 (в контроле – 3,99).

Учет урожая сахарной свеклы показал, что в контроле было получено 28,7 т/га корнеплодов, запашка одной соломы привела к его увеличению до 30,4 т/га. Применение минерального азотного удобрения с соломой зерновых культур дало урожайность 32,4 т/га. В связи с накоплением азотных и гумусных соединений в почве при применении соломы с дополнительными компонентами урожайность сахарной свеклы составила 40,5 т/га, что выше контроля на 29,1 %, использования одной соломы – на 24,9, соломы с азотным удобрением – на 20,0 %.

В результате исследований было выявлено положительное влияние веществ, выделяемых при трансформации соломы зерновых культур с использованием дополнительных компонентов, на накопление органического вещества в почве за счет преобразования баланса углерода, что подтверждается исследованиями по содержанию этого элемента в почве. Кроме того, внесение соломы зерновых культур, способствует наилучшему развитию листового аппарата сахарной свеклы, большему накоплению углерода в нем, за счет повышенного выделения углекислого газа из почвы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Комаревцева Л. Г. Использование соломы в качестве источника органического вещества почвы / Л. Г. Комаревцева, Ф. И. Пчельникова // Свойства почв и рациональное использование удобрений. – 2005. – С. 120–127.
2. Колесникова М. В. Формирование плодородия чернозема выщелоченного при интродукции аборигенного штамма целлюлозолитического микромицета и дополнительных компонентов при заправке соломы озимой пшеницы / М. В. Колесникова, Н. В. Безлер, Б. Л. Агапов // Агрохимия. – 2014. – №8. – С.17-25.
3. Кудеяров В. Н. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / В. Н. Кудеяров, Г. А. Заварзин, С. А. Благодатский и др.; [отв. ред. Г. А. Заварзин]; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. – М. : Наука, 2007. – 315 с.
4. Общая информация об отрасли. Растениеводство. [Электронный ресурс]: 2015. – Режим доступа : <http://apkvrn.ru/apk-oblasti/obshchaya-informatsiya/96-rasteniyevodstvo>.
5. Практикум по агрохимии : Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
6. Приказ Управления по экологии и природопользованию Воронежской области от 12.03.2007 № 132 «Об утверждении рекомендаций по утилизации пожнивных остатков и соломы».
7. Федорова А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М. : ВЛАДОС, 2001. – 288 с.

УДК 631.95:631.41

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА КРУПНОГО СВИНОКОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВ, ТЕХНОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ

Ветчинников Александр Александрович, кандидат с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия, г. Нижний Новгород*, vetchinnikov@rambler.ru

Титова Вера Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия, г. Нижний Новгород*, titovavi@yandex.ru

Дабахова Елена Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия, г. Нижний Новгород*, dabakhova@yandex.ru

Рыбин Роман Николаевич, аспирант ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия, г. Нижний Новгород*

Сеньчева Елена Васильевна, аспирант ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия, г. Нижний Новгород*

В техногенно нарушенной почве в сравнении с фоновым образцом произошло снижение содержания органического вещества (на 45%) и подвижных соединений калия (на 26 %), что предполагает проведение их биологической рекультивации. Для восстановления плодородия почвы необходимо внесение органического удобрения в виде торфонавозного компоста на основе свиного навоза с соотношением торф : навоз как 1 : 2. Доза свиного навоза, исходя из химической характеристики свежего свиного навоза, не должна превышать 350 т/га.

Ключевые слова: техногенно нарушенные почвы, плодородие, гумус, свиной навоз, доза внесения

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USE OF THE MANY FELLING OF A MAJOR PIG COMPLEX FOR THE RECOVERY OF SOILS ESTABLISHED TECHNOGENALLY TRANSFORMED IN CONSTRUCTION WORKS

Vetchinnikov A. A., Titova V. I., Dabahova E. V., Rybin R. N., Sencheva E. V.

In the technogenically disturbed soil, in comparison with the background sample, the content of organic matter and mobile potassium compounds decreased, which implies carrying out their biological reclamation. To restore soil fertility, it is necessary to introduce organic fertilizer in the form of peat manure compost on the basis of pig manure with the ratio of peat: manure as 1 : 2. The dose of pig manure, based on the chemical characteristics of fresh pig manure, should not exceed 350 tonnes / ha.

Keywords: technogenically disturbed soils, fertility, humus, pig manure, application dose

Введение. Известно, что оптимальным видом органических удобрений при биологической рекультивации почв является навоз, торфянонавозный или соломеннонавозный компост, т. к. эти удобрения обладают высокой способностью к гумификации [8] и высокой сорбционной способностью, снижая миграцию элементов питания за пределы почвенного профиля [9]. Однако классических форм органических удобрений в настоящее время в стране крайне мало, а доля органических удобрений в форме жидких и полужидких отходов промышленного животноводства все время возрастает [4]. Применение таких удобрений в агроэкосистеме в чистом виде проблематично из-за высокой влажности [1, 2, 7], но в местах их образования они могут использоваться [10], в том числе и для рекультивации деградированных почв.

Цель работы – определение степени нарушенности почв, техногенно трансформированных при строительных работах, и оценка возможности включения навоза крупного свиного комплекса в технологию их рекультивации.

Условия и методы проведения исследований. В качестве объектов изучения рассмотрены светло-серые лесные легкосуглинистые почвы, техногенно трансформированные при проведении хозяйственных строительных работ, и свиной навоз крупного свиного комплекса.

Для оценки степени нарушенности почвенного покрова земельного участка было проведено полевое обследование и в соответствии с ГОСТ 28168–89 отобраны почвенные образцы с антропогенно преобразованной (Почва 1 и Почва 2) и фоновой территории, прилегающей к участку (Фон). Анализы почвенных проб выполнены в лабораториях кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородской ГСХА по существующим методикам [3]. Данные по химической характеристике свиного навоза предоставлены свиным комплексом. Свежий свиной навоз по контролируемым показателям удовлетворяет требованиям соответствующих ГОСТов: содержание сухого вещества 17,5 % (в соответствии с требованиями ГОСТ 26713–85 должно быть не менее 8,0 %); pH 6,84 (по ГОСТ 27979–88 – 6,0–8,5 pH); содержание золы – 15,83 % (в соответствии с ГОСТ 26714–85 не регламентируется); содержание органического вещества в пересчете на сухое вещество 84,17 (по ГОСТ 27980–88 – не менее 70); общее содержание азота – 0,57 % (ГОСТ 26715–85).

Результаты исследований. При полевом обследовании установлено, что технический этап рекультивации на нарушенном участке завершен, поверхность поля не имеет резких перепадов высот, провалов и прогибов. Однако почва значительной части площади описываемого участка имеет буровато-коричневый цвет, что свидетельствует о существенном наличии в толще верхнего слоя подпахотных горизонтов, вынесенных на поверхность предыдущими работами. Результаты анализа почвенных проб приведены в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв

Объект анализа	Органич. в-во		pH _{ккл}		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	%	Оценка	ед.	Оценка	кг/кг	Оценка	кг/кг	Оценка
Фон	2,33	среднегумусированная	5,10	слабокислая	144	повышенное	192	высокое
Почва 1	1,10	слабогумусированная	5,85	близкая к нейтральной	106	среднее	160	повышенное
Почва 2	1,48	слабогумусированная	6,45	нейтральная	129	повышенное	124	повышенное
Среднее – нарушен.	1,29	слабогумусированная	6,15	нейтральная	118	повышенное	142	повышенное

Установлено, что светло-серая лесная легкосуглинистая почва фонового образца имеет оптимальные для этого типа почв агрохимические показатели: она среднегумусирована, характеризуется слабокислой реакцией среды, имеет высокую обеспеченность подвижными соединениями калия и повышенную обеспеченность подвижным фосфором.

Техногенно нарушенный участок площадью значительно уступает фоновой территории по всем показателям, кроме обменной кислотности (pH_{kcl}), которая не только не повысилась, но даже снизилась. Так, почвы фонового образца слабокислые, а почвенный покров нарушенного участка имеет нейтральную реакцию. Содержание подвижных соединений фосфора в нарушенных почвах снизилось на 18 %, что в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 612 [5] трактуется как незначительное снижение. При этом обеспеченность почв подвижными фосфатами и на фоновой, и на нарушенной территории оценивается как повышенная, т. е. для формирования урожая культурных растений этого элемента питания достаточно. Содержание подвижных соединений калия уменьшилось значительно – на 26 % в сравнении с фоном. При этом снизилась и обеспеченность почв подвижным калием, и почва перешла из группы с высокой обеспеченностью в группу с его повышенным содержанием. Резко снизилось содержание органического вещества – на 45 %, что может быть следствием припахивания к верхнему плодородному слою подпахотных низкогумусированных почвенных горизонтов.

Полученные данные не позволяют на данном участке констатировать существенное снижение плодородия (в [5] указано, что существенным снижением плодородия признается ухудшение характеристик не менее трех агрохимических показателей), но предопределяет проведение на данной территории рекультивационных мероприятий.

Учитывая характеристику свежего навоза по влажности, оптимальным видом удобрения, рекомендуемого к внесению для восстановления плодородия нарушенной почвы, будет торфонавозный компост (ТНК) с соотношением компонентов 1 : 2 [6]. Принимая во внимание общее содержание азота в навозе, при допущении способности органического вещества навоза к минерализации в 10 % (в таком случае с каждой т навоза в почву поступит 0,57 кг минерального азота) максимально возможной дозой внесения свиного навоза является 350 т/га. Учитывая способность навоза к гумификации (порядка 7 %), от внесения этой дозы можно рассчитывать на прирост гумуса в 24,5 т/га или 0,81 %, в сравнении с исходной характеристикой, что позволит приблизиться к характеристике фонового образца почвы ($1,29 + 0,81 = 2,1\% \approx 2,3\%$).

Заключение. В техногенно нарушенной почве в сравнении с фоновым образцом произошло снижение содержания органического вещества и подвижных соединений калия, что предполагает проведение их биологической рекультивации. Для восстановления плодородия почвы необходимо внесение органического удобрения в виде торфонавозного компоста на основе свиного навоза с соотношением торф : навоз 1 : 2. Доза свиного навоза, исходя из химической характеристики свежего свиного навоза, не должна превышать 350 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варламова Л. Д. Эколого-агрохимическая оценка и оптимизация применения в качестве удобрений органосодержащих отходов производства / дис. ... д-ра с.-х. н.: 06.01.04 / Лариса Дмитриевна Варламова. – Саранск, 2007. – 388 с.
2. Дабахова Е. В. Научное обоснование использования органических удобрений промышленного птицеводства в агроэкосистеме : дис. ... д-ра с.-х. н.: 06.01.04; 03.00.16 / Елена Владимировна Дабахова. – М., 2005. – 355 с.
3. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М. : ВНИИА, 2003. – 195 с.
4. Мерзлая Г. Е. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза / Г. Е. Мерзлая, М. Н. Новиков, А. И. Еськов, С. И. Тарасов. – М. : РАСХН, ВНИПТИОУ, 2006. – 463 с.

5. Постановление Правительства РФ № 612 от 22.07.2011 г. «Об утверждении критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения»
6. Рекомендации по расчету ущерба от нарушения земель сельскохозяйственного назначения при прокладке и ремонте линейных сооружений. – Н. Новгород: Министерство сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области, НГСХА, Изд-во ГУ «Выставка Нижегородской области», 2008. – 48 с.
7. Самоделкин А. Г. Проблемы утилизации органических отходов на свиноводческих предприятиях промышленного типа / А. Г. Самоделкин, В. И. Титова, Е. В. Дабахова // Агрохимический вестник. – 2013. – № 1. – С. 31–33.
8. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. – Владимир: ВНИПТИОУ, 2001. – 495 с.
9. Титова В. И. Оптимизация питания растений и эколого-агрохимическая оценка применения удобрений на почвах с высоким содержанием подвижных соединений фосфора : дис. ... д-ра с.-х. н. : 06.01.04 / Вера Ивановна Титова. – СПб – Пушкин, 1998. – 306 с.
10. Титова В. И. Промышленное свиноводство и экология: проблемы сосуществования / В. И. Титова, В. Б. Караксин, Е. Ю. Гейгер. – Н. Новгород : Изд-во ВВАГС, 2003. – 201 с.

УДК 631.95(075.8)

ПРОДУКЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ КОФЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ОВСА

Леонова Юлия Валерьевна, старший преподаватель КФ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, *Россия, г. Калуга, natrolit@mail.ru*

Сюняева Ольга Ивановна, кандидат биологических наук, профессор КФ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, *Россия, г. Калуга*

Представлена общая характеристика отходов кофейного производства. Приведены результаты оценки эффективности применения отходов кофейного производства в качестве удобрений овса. Показано, что между количеством используемых отходов кофейного производства и урожайностью наблюдается прямая зависимость.

Ключевые слова: отходы кофейного производства, биологическая продуктивность овса.

PRODUCTIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF WASTE COFFEE PRODUCTION AS FERTILIZER OATS

Leonova Y. V., Sunaeva O. I.

The article presents General characteristics of the waste in coffee production. The results of the evaluation of the effectiveness of coffee production waste as fertilizer oats. It is shown that between the number of used waste coffee production and productivity there is a direct dependence.

Keywords: waste of coffee production, biological productivity of oats.

В настоящее время наблюдается стабильное увеличение производства пищевых продуктов, что необходимо для обеспечения продовольственной безопасности страны. Следствием увеличения мощностей в пищевой и перерабатывающей промышленности является рост количества отходов [3].

По данным официальной статистики в России ежегодно образуется от 2,7 до 3,9 млрд т различных отходов, из которых на долю отходов производства пищевых продуктов приходится около 19,5 млн т. Количество отходов, образованных при производстве растворимого кофе в России в 2016 г. составило более 115 тыс. т. На предприятии по изготовлению растворимого кофе ОАО «Русский продукт», которое расположено в Калужской области, ежегодно образуется около 7-8 тыс. т отходов производства кофе.

Отходы кофейного производства (ОКП) после естественного микробиологического разложения и обезвоживания в сухом веществе содержат %: N – 0,6; P₂O₅ – 0,06, K₂O – 0,6%. С – 8,28. Влажность таких отходов составляет 70 %, pH 4,6 [2].

Значительную часть территории Калужской области занимают дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава с низким потенциальным плодородием. Возможность использования отходов кофейного производства (ОКП) в качестве удобрения сельскохозяйственных культур позволяет решить не только проблему их утилизации, но и дефицита органических удобрений, что особенно актуально на малоплодородных почвах [1]. Одним из показателей эффективности использования отходов кофейного производства в качестве удобрения можно считать их влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур.

В настоящем исследовании была проведена оценка влияния отходов на биологическую продуктивность и качество урожая овса сорта Привет. Научно-исследовательская работа проводилась на опытном поле Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почва Опытного поля – дерново-подзолистая супесчаная на водно-ледниковых отложениях, подстилаемая мореной; культура – овес, сорт Привет. Схема опыта включала контрольный вариант (без удобрений) и варианты с использованием ОКП в дозах от 5 до 30 т/га по сухому веществу. Анализ полученных данных показал, что между количеством внесенных отходов кофейного производства и урожайностью овса наблюдается прямая зависимость (рисунок 1).

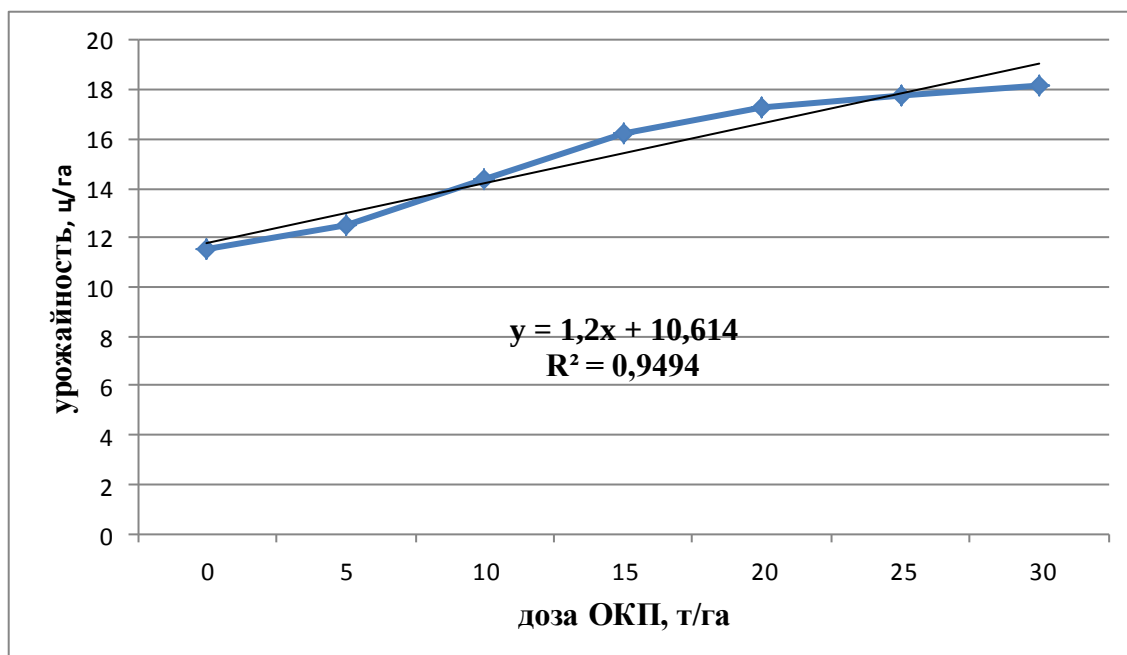


Рисунок 1 – Биологическая продуктивность овса сорта «Привет» в условиях применения различных доз ОКП, ц/га

Наиболее интенсивно увеличение урожайности исследуемой культуры происходит при внесении отходов в дозе 10 и 15 т/га, дальнейшее повышение дозы ОКП приводит к не столь значительной прибавке урожая. Максимальная урожайность овса за весь период исследований наблюдалась в варианте с внесением ОКП в дозе 30 т/га и составила в среднем 18,2 ц/га, что на 6,7 ц/га больше, чем в контрольном варианте.

В ходе проведения исследования было выявлено положительное влияние ОКП на такие показатели качества зерна овса, как натура зерна, содержание и сбор сырого протеина. Максимальное значение исследуемых показателей было отмечено в варианте с дозой отхода 30 т/га. Так, в среднем за период пятилетних исследований в варианте с внесением максимальной дозы ОКП по сравнению с контрольным вариантом было отмечено увеличение натуры зерна овса на 13 г/л, содержания сырого протеина – на 0,7 %, сбор сырого протеина увеличился в 1,7 раза.

Основываясь на результатах научно-исследовательской работы, можно сделать вывод, что отходы кофейного производства оказывают положительное влияние на показатели продуктивности одного из основных компонентов агроэкосистемы – сельскохозяйственную культуру. Применение ОКП в качестве удобрения позволяет одновременно решить вопрос утилизации отходов пищевой промышленности и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сюняев Н. К. Применение отходов производства кофе для удобрения овса на дерново-подзолистой супесчаной почве / Н. К. Сюняев, С. Л. Белопухов, О. И. Сюняева, И. С. Прохоров // *Агрохимия*. – 2016. – № 2. – С. 65–70.
2. Сюняев Н. К. Комплексная оценка отходов кофейного производства в органическом земледелии / Н. К. Сюняев, Ю. В. Леонова, О. И. Сюняева // *Земледелие и селекция сельскохозяйственных растений на современном этапе: Сб. докладов междунар науч.-практ. конф., посвященной 60-летию НПЦ зернового хозяйства им. А. И. Бараева*. – Шортанды, 2016 – С. 432–436.
2. Филонов А. В. Современное состояние и перспективные направления использования вторичных материальных ресурсов пищевой промышленности / А. В. Филонов, М. А. Крампит, В. О. Романенко // *Фундаментальные исследования*. – 2017. – № 5 – С. 215–219.

УДК 631

СТРУКТУРА ЗАПАСОВ ЭНЕРГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЕМКОСТЬ АГРОЭКОСИСТЕМ АГРОЛАНДШАФТА

Брескина Галина Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии», *Россия*, г. Курск, breskina-galina@yandex.ru
Чуян Наталия Анатольевна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии», *Россия*, г. Курск, chujn@r46.ru

В статье представлены экспериментальные и расчетные данные запаса энергии в различных элементах агроландшафта. Установлено, что лесные ценозы агроландшафта существенно влияют на общую экологическую емкость территории.

Ключевые слова: лесополоса, пашня, луг, залежь, запасы энергии, экологическая ёмкость.

STRUCTURE OF STOCKS OF ENERGY AND ECOLOGICAL CAPACITY OF AGROECOSYSTEMS OF THE AGROLANDSCAPE

Breskina G. M., Chuyan N. A.

Experimental and settlement data of a stock of energy in various elements of an agrolandscape are presented in article. It is established that forest tsenoza of an agrolandscape significantly influence the general ecological capacity of the territory.

Keywords: forest belt, arable land, meadow, deposit, energy stocks, ecological capacity.

В настоящее время активно ведутся исследования по изучению влияния лесных насаждений на свойства почвы [10]. Ученые рассматривают органическую часть почвы [4, 7, 9], изменение физических свойств [1, 2, 6], засоренность посевов вдоль лесополос [5], однако запасы энергии и экологической ёмкости в лесных экосистемах не уделяется должное внимание.

Исследования по данной проблеме проводились в опытном хозяйстве ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии» Курской области в зернопропашном севообороте под ячменем, на лугу, в лесополосе и залежи. Почвенный покров опытных участков представлен черноземом типичным среднemosным мало-

гумусным тяжелосуглинистым. В конце вегетационного периода производили учет: 1) основной продукции, 2) наземных растительных остатков, 3) корней. По методике, разработанной В. М. Володиным и др., производили расчет структуры запасов энергии и экологической емкости [8].

Лесные ценозы являются наиболее контрастным элементом агроландшафта, так как занимают значительное место, по сравнению с другими ценозами. Это способствует нейтрализации всех дестабилизирующих факторов в земледелии и проявления всех эрозионных процессов.

Лесные мелиоративные полосы наиболее широко представлены среди лесных ценозов агроландшафта. Лесные ценозы могут быть представлены и дубравами, запас энергии подземной фитомассы которых составляет от 884,13 до 2408,87 ГДж/га, а в надземной – от 1891,49 до 4873,54 ГДж/га в зависимости от возраста. Так же значительно варьирует запас энергии как надземной, так и подземной фитомассы в лесополосах. В энергетических показателях это соотношение для тополевой лесополосы составляет над надземной фитомассы, включающей древесину, подстилку и опад, 3996,54 ГДж/га, а подземная масса в слое 0–100 см – 2017,02 ГДж/га. Это больше, чем запас энергии в травянистом и полевом ценозе.

Лесные полосы не только прямо – энергией органического вещества фитомассы, но и косвенно, через обеспечение максимальной аккумуляции снега и равномерное снегораспределение на полях, обеспечивают сокращение водной эрозии, приводящей к потере органического вещества почвы и увеличивают экологическую емкость. Из вышеизложенного можно сделать вывод, что лесные ценозы агроландшафта существенно влияют на общую экологическую емкость территории.

В природных ландшафтах процессы накопления и расхода энергии оптимизированы самой природой, и интенсивность эрозионных процессов не превышает интенсивности почвообразовательного процесса, что достигается разнообразием типов растительности. В результате антропогенного воздействия агроландшафт стал более однообразным с преобладанием полевого типа растительности, а следовательно, и менее устойчивым в эрозионном и экологическом отношении. Исходя из этого, создаваемые агроландшафты, должны быть эрозионно устойчивыми, экологически сбалансированными и высокопродуктивными.

По В. М. Володину [3], это означает следующее. 1. Интенсивность эрозионных процессов не должна превышать интенсивность почвообразовательного процесса. 2. В экологически сбалансированном агроландшафте интенсивность поступления энергии органических веществ в почву должна быть равна или выше расхода энергии через его минерализацию. 3. Продуктивность агроэкосистем агроландшафта должна приближаться к эталонной системе.

Экспериментальные данные показали, что в результате различного сельскохозяйственного использования агрохимические свойства почв агроландшафтных контуров неодинаковы. Содержание подвижных питательных элементов в почве под лугом и залежью выше в 1,3–1,5 раза, чем под прибалочной лесополосой и полевым ценозом (ячмень).

Продуктивность травянистых и полевых ценозов и ее показатели колебались в широких пределах. Наибольшие величины основной продукции, наземных растительных остатков и корней отмечены под залежью и составили (ц/га): 29,6 для основной продукции, 8,4 для растительных остатков, 36,8 для корней. Используя энергосодержание различных частей растений и их массу определили запасы энергии в травянистом ценозе. Энергосодержание в травянистой растительности составляет (МДж/кг): для основной продукции и растительных остатков – 17,2, а для корней – 17,6. Наибольшие запасы энергии в фитомассе отмечены под лесополосой на склоне северной экспозиции – 5634,6 ГДж/га. Это связано с тем, что деревья на склоне северной экспозиции находятся в условиях оптимального поступления тепла и влаги, что создает благоприятные условия для равновесного состояния накопления и расхода энергии органического вещества почвой.

Определение запасов энергии в органическом веществе почвы показало, что наибольший энергопотенциал среди изучаемых ценозов имеют черноземы типичные под лугом –

10474,0 ГДж/га. Меньше всего энергии органического вещества сосредоточено в черноземах под лесополосой, энергопотенциал которых составил 9216,3 ГДж/га.

Расчет запасов энергии минеральных элементов питания, способных к трансформации в процессе функционирования агроэкосистемы, проводили по общепринятой методике [3]. Наибольшее количество энергии минеральных элементов питания было в полевом ценозе. Энергия минеральных элементов питания здесь составила 4,8 ГДж/га. Наименьшей энергией минеральных элементов питания характеризуются черноземы типичные, находящиеся под залежью, –7,3 ГДж/га. Наибольшую экологическую емкость имеют лесные полосы – 14856,0 ГДж/га, а наименьшую полевой ценоз – 9743,4 ГДж/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беховых Е. Г. Влияние хвойных полезащитных лесополос на свойства чернозема южного Алтайского Приобья / Е. Г. Беховых, О. Н. Сизов // Аграрная наука–сельскому хозяйству. Материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. : Кн. 2. – Барнаул, 2017 – С. 312–313.
2. Болотов А. Г. Физико-химические свойства черноземов под листовенными лесополосами / А. Г. Болотов, Е. Г. Беховых, О. Н. Сизов, О. Н. Поскотинова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5 (115). – С. 56–62.
3. Володин В. М. Экологические основы оценки и использования плодородия почв. – М. : ЦИНАО, 200. – 336 с.
4. Громовик А. И. Влияние полезащитных лесных полос на основные показатели плодородия почв Каменной степи / А. И. Громовик, В. А. Королев, О. А. Йонко // Вестник ВГУ, серия химия, биология, фармация. – 2013. – №1. – С. 105–114.
5. Дудкин И. В. [Влияние расположения посевов по отношению к лесной полосе на формирование сорного сегетального сообщества](#) / И. В. Дудкин, Т. А. Дудкина // [Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия](#) : Сб. докл. науч.-практ. конф. – Курск : ВНИИЗиЗПЭ, 2014. – С. 45–47.
6. Кузнецов А. В. Влияние степени антропогенного воздействия на структурно-агрегатный состав чернозёма типичного / А. В. Кузнецов // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия : Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ А. И. Бараева. – Курск : ВНИИЗиЗПЭ, 2008. – С. 545–548.
7. Кузнецов А. В. Особенности плодородия чернозёма типичного на пашне, залежи и в лесополосе / А. В. Кузнецов, В. В. Шеховцова // Пути сохранения плодородия почвы и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтном земледелии ЦЧ : Материалы заседания Территориального координационного совета «Проблемы земледелия ЦЧЗ». Каменная Степь. Ч. 1. – Воронеж : Истоки, 2009. – С. 58–59.
8. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / под ред. В. М. Володина, Р. Ф. Ереминой, А. Е. Федорченко, А. А. Ермаковой – Изд. центр «ЮМЕКС», 1999. – 48 с.
9. Подлесных И. В. Влияние противоэрозионных рубежей на содержание гумуса / И. В. Подлесных, Т. Я. Зарудная, С. В. Надеин // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия : Сб. докл. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО "Общество почвоведов имени В. В. Докучаева", посвященной Междунар. году почв. – Курск : ВНИИЗиЗПЭ, 2015. – С. 164–166.
10. Чевердин Ю. И. Роль лесных насаждений в изменении свойств черноземов / Ю. И. Чевердин, В. С. Вавин, А. Г. Ахтямов, Д. А. Воронин // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С. 11–14.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРМИКОМПОСТА ПОД ДЕКОРАТИВНУЮ КУЛЬТУРУ (*Diefenbachia amoena*)

Мамедов Гошгар Магеррам оглы, доктор философии по аграрным наукам, доцент, Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку*, goshgarmm@mail.ru

Мамедбекова Земфира Бахрам кызы, доктор философии по аграрным наукам, доцент Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку*, goshgarmm@mail.ru

Хоммами Али Фатуллах, доктор философии по аграрным наукам, Станция Декоративного Садоводства г. Раит, *Исламская Республика Иран*, goshgarmm@mail.ru

Алиева Кёнуль Агасафар кызы, диссертант НАН Азербайджана, Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку*, goshgarmm@mail.ru

Статья посвящена сравнительному изучению агрохимических и физико-химических свойств компостов. Проведенные исследования показали, что внесение в начальной фазе развития под декоративную культуру, 60 % вермикомпоста, полученного переработкой древесных опилок и отходов сахарного тростника, позволило заменить торф и получить оптимальные показатели агрохимических и агрофизических свойств почвы.

Ключевые слова: декоративные культуры, физико-химические свойства, торф, древесные опилки, отходы сахарного тростника, вермикомпост.

AGROCHEMICAL EVALUATION of the APPLICATION of VERICOMPOST FOR DECORATIVE CULTURE (*Diefenbachia amoena*)

Mammadov G. M., Mammadbayova Z. B., Hommami A. F., Aliyeva K. A.

The article is devoted to comparative study of agrochemical and physico-chemical properties of the composts. Studies have shown that the introduction in the initial phase of development under the decorative culture, 60 % of vermicompost, obtained by processing wood chips and waste products of sugar cane, allowed to replace the turf and to obtain optimal parameters of agrochemical and agrophysical soil properties.

Key words: decorative plants, physico-chemical properties, peat, sawdust, sugar cane waste, vermicompost.

Введение. Охрана окружающей среды является серьезной проблемой, стоящей перед человечеством и требующей постоянного внимания и заботы [1]. Основной задачей проводимых исследований являлось использование в качестве заменителя торфа вермикомпоста, полученного переработкой древесных опилок и отходов сахарного тростника с помощью дождевых червей. Изучались физические, химические и биологические показатели вермикомпоста и его влияние на водно-физические, агрохимические, биологические свойства почвы, а также развитие декоративных культур и их размножение.

Применение вермикомпостов является естественной рекультивацией, в основном используется в закрытом грунте при выращивании овощных культур, а также при посадке их рассады [2, 3]. Установлено, что органические отходы, используемые в качестве субстрата для кормления дождевых червей, перерабатываются и превращаются в вермикомпост, который можно использовать в качестве заменителя торфа.

Исследования показали, что вермикомпост (биогумус) является незаменимым удобрением при возделывании сельскохозяйственных культур, способствует возрастанию их урожая и повышению их качественных характеристик [4, 5]. Использование зернистого биогуруса способствует увеличению в листьях фосфора и интенсивности фотосинтеза [1].

Нами проводилось сравнительное изучение физических и химических свойств органических отходов, используемых в качестве органических удобрений. В таблице 1 представлены показатели первичных физико-химических свойств непереработанных отходов. Были исследованы такие отходы, как коровий навоз, древесные опилки, отходы сахарного тростника, в которых определяли величину влажности, pH, электропроводность, органические веще-

ства, общий азот, соотношение величин C:N. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Первичные физико-химические свойства навоза, древесных опилок и отходов сахарного камыша

Отходы	Влажность, %	pH	ЕС, (ds/m)	Органич. вещ-во, %	N (%)	C : N	K (%)	P (%)
Коровий навоз	14,40	7,15	2,06	47,30	1,24	38,12	0,62	0,29
Древесные опилки	14,00	7,37	0,46	57,18	0,31	181,81	0,61	0,34
Отходы сахарн. тростника	15,05	7,79	3,19	50,23	0,45	111,75	0,40	0,04

Как видно из приведенной выше таблицы, в первичных показателях физико-химических свойств отходов содержание органического вещества в коровьем навозе составило 47,30 %, общего азота 1,24 %, C : N – 38,12, в древесных опилках доля органического вещества составила 57,18 %, общего азота 0,31 %, C : N – 181,81 %, а в сахарном тростнике вышеуказанные значения соответственно составили: 50,23 %, общий фосфор 0,45%, C : N 111,75 %. Известно, что органическое удобрение можно применять, только тогда, когда в его составе отношение C : N не ниже 20. Данные показатели указывают на то, что использованные данных органических отходов как удобрения для внесения в почву невозможно в связи с неудовлетворительным физико-химическими свойствами его первичного состояния, и их необходимо компостировать.

Таблица 2 – Агрохимические свойства органических отходов и вермикомпостов

Органические отходы и вермикомпосты	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Орган. вещ-ва (%)	Отношение C:N	pH (1:5)	ЕС ds/m
T	1,27	0,02	0,03	0,89	0,23	4,25	12,7	938,0	51,10	40,34	6,18	0,30
D	0,31	0,34	0,61	0,63	0,29	18,40	106,6	2173,5	57,18	181,81	7,37	0,46
O	0,45	0,04	0,40	1,79	0,17	13,25	26,5	1258,0	50,23	111,75	7,79	3,19
B ₁	1,47	0,40	1,15	1,59	0,76	21,70	173,0	4162,5	24,02	16,42	7,20	2,46
B ₂	1,67	0,46	0,83	1,20	0,73	19,65	141,6	3862,5	21,34	12,81	8,19	4,14
Примечание: T – торф, D – древесные опилки, O – отходы сахарного тростника, B ₁ – вермикомпост из древесных опилок, B ₂ – вермикомпост из отходов сахарного тростника												

Данные органические отходы использовались в качестве субстратов для кормления дождевых червей и получения вермикомпостов. Для оценки степени пригодности вермикомпоста в качестве органического удобрения изучали его химические свойства. Полученные данные представлены в таблице 2.

Выводы

1. При внесении вермикомпоста в почву он разлагается и способствует поступлению в нее основных необходимых питательных веществ NPK.
2. Проводимые исследования показали, что использование вермикомпостов, полученных переработкой древесных опилок и отходов сахарного тростника, позволило заменить торф и способствовало оптимизации агрохимических и физико-химических свойств почвы.
3. По сравнению с торфом с экономической точки зрения вермикомпост более эффективен и дешевле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганин Г. Н. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке : проблемы, перспективы, достижения / Г. Н. Ганин // Сб. науч. трудов. – Минск, 2007. – С. 34.

2. Заманов П. Б. Эффективность переработки органических отходов методом вермикультивирования / П. Б. Заманов, С. Д. Исмаилов, Г. М. Мамедов, Р. А. Пашаев, А. П. Алиева // Вермикомпостирование вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения : Сб. науч. трудов. – Минск, 2007. – С. 73.

3. Заманов П. Б. Влияние различных доз органического удобрения-биогумуса на урожайность и товарное качество миндаля / П. Б. Заманов // Тр. общества почвоведов Азербайджана. – Т. XVIII. – Баку, 2009. – С. 232.

4. Минеев В. Г. Экологические проблемы агрохимии / В. Г. Минеев // М. : Изд. МГУ, 1988. – 284 с.

5. Самедов П. Ф. –Биологическая особенность превращения растительных остатков в техногенно-загрязненных серо-бурых почвах / П. Ф. Самедов // Сб. тр. общества почвоведов Азербайджана. – Т. XVIII. – Баку, 2009. – С. 74.

УДК 628.543.3/9

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Новикова Ольга Константиновна, кандидат технических наук, доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», *Республика Беларусь, г. Гомель, olanov2007@mail.ru*

Шабалина Анжелика Игоревна, магистрант, Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», *Республика Беларусь, г. Гомель*

В настоящее время функционирование животноводческих комплексов ставит под угрозу экологическую безопасность окружающей среды из-за отсутствия организованной работы по утилизации органических отходов. На животноводческих комплексах скапливается большое количество навозных стоков, которые при правильном решении проблемы их утилизации могут дать дополнительную прибыль и превратить хозяйства в практически безотходные производства.

Ключевые слова: навозный сток, окружающая среда, схема переработки, биогаз, органическое удобрение.

UTILIZATION OF ANIMAL WASTES

Novikova O. K., Shabalina A. I.

Currently, the functioning of livestock complexes threatens the environmental safety of the environment due to the lack of organized work on the disposal of organic waste. Livestock complexes accumulate a large number of manure drains, which, if properly addressed, can lead to additional profits and turn farms into practically non-waste production.

Key words: manure runoff, environment, processing scheme, biogas, organic fertilizer.

Одним из существенных источников загрязнения окружающей среды являются животноводческие комплексы, поскольку на фермах накапливается большое количество навозных и пометных отходов. На многих производствах животноводческой отрасли отсутствуют системы сбора и очистки сточных вод, что пагубно влияет на состояние окружающей среды. Установлено, что основными факторами, оказывающие влияния на загрязнение окружающей среды, являются: вид, численность, рост, пол и масса животных; качество и количество кормов; способ содержания животных и способ удаления навоза.

Жидкий навоз содержит значительное количество патогенных микроорганизмов. В процессе анаэробного сбраживания навозных стоков образуются газы (сероводород, аммиак и другие), жирные кислоты, амины и другие соединения с неприятным запахом [1]. В зоне животноводческих комплексов атмосферный воздух загрязнен микроорганизмами, пылью, аммиаком и другими продуктами жизнедеятельности животных, часто обладающими неприятными запахами (свыше 45 различных веществ) [3].

К загрязнению водных объектов приводит размещение животноводческих комплексов вблизи их. Сброс даже небольшого количества неочищенных навозосодержащих сточных вод вызывает массовые заморы рыбы и выводит водоемы из хозяйственного пользования [4]. В воде резко возрастает количество аммиака и уменьшается содержание кислорода [1].

Для предотвращения загрязнения почв, воздуха, растительности, водных объектов необходимо соблюдать технологии переработки отходов животноводства, которые также могут удовлетворить энергетические потребности населения и способствовать ресурсосбережению.

Для переработки навозных стоков могут быть использованы биогазовые установки, основанные на получении биогаза и органических удобрений путем анаэробного сбраживания отходов животноводства под воздействием микроорганизмов. После сбраживания достигаются уменьшение объема навозной массы, ее дезодорация, обезвреживание и стабилизация по химическому составу. Полученный биогаз может быть использован для горячего водоснабжения, отопления, выработки электроэнергии, заправки газобаллонных автомобилей, получения кормового белка, серы и др.

На основании анализа методов очистки сточных вод животноводческих комплексов с целью получения органического удобрения и биогаза разработана технологическая схема (рисунок 1), включающая гидролизную установку, биореактор, газонакопитель, шнековый сепаратор, лагуны и гранулирование.

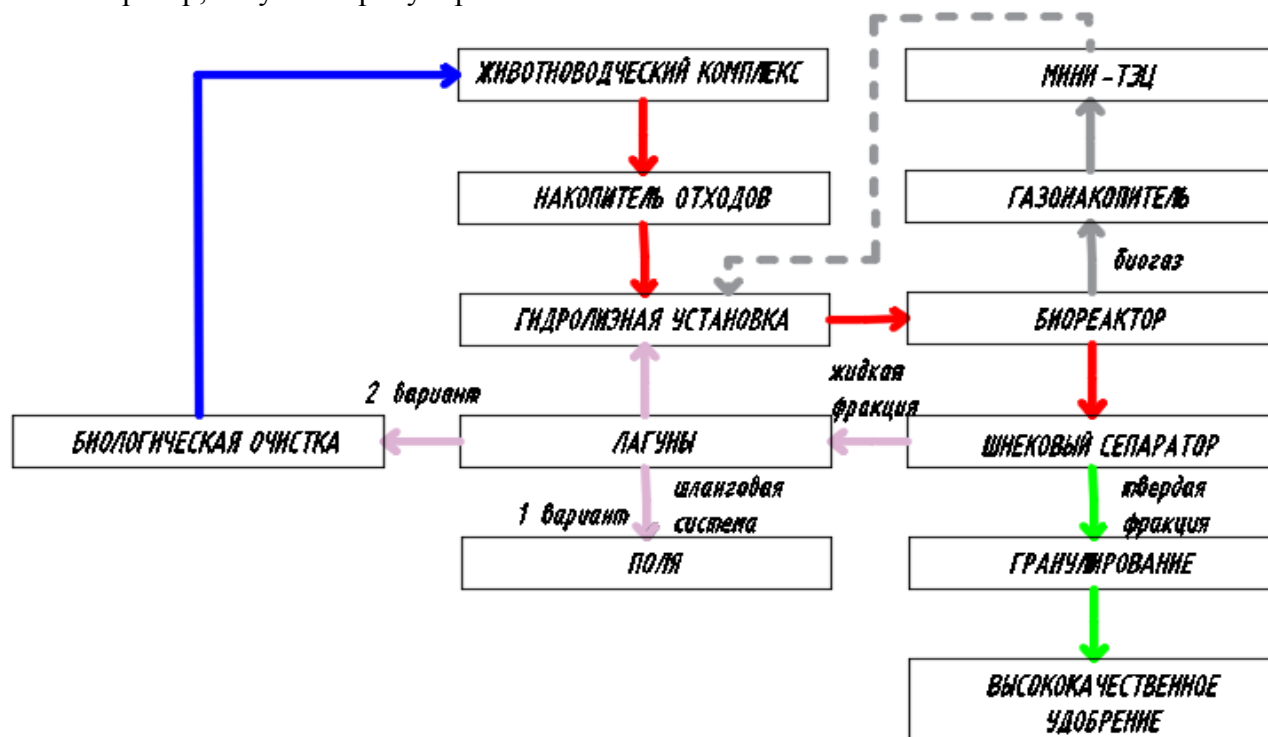


Рисунок 1 – Оптимальная технологическая схема переработки отходов животноводческого комплекса

Отходы животноводческого комплекса направляются в накопитель, далее в гидролизную установку, в которой происходит процесс окисления под действием гидролизных бактерий с образованием жирных кислот. Далее сбраживаемая масса поступает в биогазовую установку, где происходит процесс переработки жирных кислот метанобразующими бактериями, уничтожаются болезнетворные бактерии и яйца гельминтов, выделяется биогаз.

Поскольку гидролизные бактерии являются стойкими колониями микроорганизмов, которые быстро размножаются в питательной среде, то в течение нескольких часов их количество удваивается. Анаэробные бактерии размножаются гораздо медленнее. Если гидролизные бактерии получают большое количество питательного вещества, то они вырабатывают такое количество жирных кислот, которое анаэробные бактерии не успевают переработать, что приводит к переокислению содержимого биореактора, падению рН и в критической ситу-

ации к срыву всего процесса. Следовательно, биогазовая установка разделяется на два блока: гидролизную установку и биореактор.

Выделенный биогаз из биогазовой установки направляется в газонакопитель, далее в мини-ТЭЦ. Полученные тепловая и электрическая энергия используются для работы биогазовой установки, на отопление и освещение животноводческих помещений, жилых домов и т. д. либо могут быть реализованы сторонним потребителем.

После биогазовой установки навозная масса поступает в шнековый сепаратор, в котором разделение и последующий отжим твердой фракции производится при помощи шнека и сита, что позволяет выдавливать не только всю свободную жидкость, но и большинство связанной влаги из твердых составляющих. В итоге образуются твердая фракция с влажностью до 70 % и жидкая фракция, не содержащая взвешенных веществ [6]. Твердая фракция поступает в гранулятор, где получают спрессованные гранулы, в которых макро- и микроэлементы содержатся в оптимальном количестве и нормальной влажности (10–12 %). Этот вид органического удобрения может быть эффективно использован для любого вида растения и типа почвы. Жидкая фракция направляется на хранение в лагуны. Часть навоза из лагун подается для смешивания со свежим субстратом на стадии гидролиза.

Одним из вариантов использования жидкой фракции после сепаратора является повторное использование после очистки на мытье кормушек в комплексе. Блок очистки включает решетку, песколовку, модуль биологической очистки и установку УФ-обеззараживания [2]. Второй вариант – использование в качестве удобрения: жидкая фракция из лагун с помощью шланговой системы перекачивается на поля.

Разработанная технологическая схема переработки отходов животноводческого комплекса может быть использована на животноводческих комплексах с получением высокого экономического и экологического эффектов, при извлечении новых ресурсов и энергии из отходов и снижения их антропогенной нагрузки на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние животноводства на окружающую среду [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: http://studbooks.net/70545/ekologiya/vliyane_zhivotnovodstva_okruzhayushchuyu_sredu.
2. Обслуживание Топазро-М / Обслуживание канализации [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://topas-service.ru/topaero-m>.
3. Негативное влияние животноводства на окружающую среду [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/22128.html>.
4. Проблемы правовой охраны окружающей среды в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <https://fermer.ru/content/problems-pravovoy-okhrany-okruzhayushchey-sredy-v-selskom-hozyaystve-9989>.
5. Шланговые системы для эффективного внесения навоза на поля [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://agropost.ru/skotovodstvo/tehnologii-skotovodstva/shlangovie-sistemi-dlya-effektivnogo-vneseniya-navoza-na-pol.html>.
6. Шнековый сепаратор для разделения навоза [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://nasos-navoz.ru/oborudovanie/shnekovyyj-separator-dlya-razdeleniya-navoza>.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ БЕЗ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТЕПИ КРЫМА

Турин Евгений Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», *Россия, Республика Крым, г. Симферополь*
Женченко Клара Готлибовна, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», *Россия, Республика Крым, г. Симферополь*
Сусский Александр Николаевич, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», *Россия, Республика Крым, г. Симферополь*
Гонгало Анна Андреевна, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», *Россия, Республика Крым, г. Симферополь*
Колесникова Анастасия Владимировна, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», *Россия, Республика Крым, г. Симферополь*, turin_e@niishk.ru

В статье освещается влияние технологии выращивания озимой пшеницы, озимого ячменя, гороха посевного, сорго зернового и льна масличного без обработки почвы на количество растительных остатков сельскохозяйственных культур после уборки, урожайность и экономическую эффективность в сравнении с классической технологией при применении комплексных биологических препаратов на черноземе южном мицеллярно-карбонатном в зоне Центральной степи Крыма.

Ключевые слова: традиционная система, система без обработки почвы, растительные остатки, урожайность, экономическая эффективность.

THE APPLICATION OF THE SYSTEM OF FARMING WITHOUT TILLAGE IN COMPARISON WITH THE TRADITIONAL SYSTEM IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL STEPPE OF THE CRIMEA

Turin E. N., Zhenchenko K. G., Sussky A. N., Gongalo A. A., Kolesnikova A.V.

The article highlights the influence of growing technology without winter wheat, winter barley, pea seed, grain sorghum and oilseed flax on the amount of plant residues left by crops after harvesting, yield and economic efficiency, in comparison with the classical technology when using complex biological preparations on chernozem southern micellar-carbonate in the zone of the central steppe of the Crimea.

Keywords: traditional system, system without tillage, plant residues, yield, economic efficiency.

Введение. Все большее распространение на нашей планете получает направление в земледелии, получившее название «технология без предварительной обработки почвы». Почва при этой технологии не подвергается механической обработке. Сев проводится сеялками прямого посева без обработки почвы прямо в стерню предшественника. Борьба с сорной растительностью производится с помощью севооборота и гербицидов. Плодородие почвы повышается за счет разложения растительных остатков и применения минеральных удобрений. Для сохранения плодородия черноземов южных важным источником поступления органического вещества в почву являются растительные остатки. Технология прямого посева получила большое распространение в Южной Америке. В нашей стране в последние годы эта технология также начала распространяться. Следует заметить, что в условиях зоны рискованного земледелия исследования по изучению технологии без предварительной обработки почвы не проводились. Цель исследований заключалась в изучении влияния технологии прямого посева на количество растительных остатков, продуктивность и экономическую эффективность полевых культур.

Методика исследований. Почва опытного участка представлена черноземом южным малогумусным на лессовидных легких глинах. Климат района степной, умеренно холодный, полусухой, характеризуется большими годовыми и суточными колебаниями температур, наблюдаются резкие переходы от низких температур к высоким как в течение суток, так и

помесячно. Опыт по исследованию двух систем земледелия – традиционной для условий Крыма и ресурсосберегающей путем прямого посева в необработанную почву – был заложен в 2016 г. на опытном поле ФГБУН «НИИСХ Крыма» (с. Клепинино) на площади 3,8 га. Чередование сельскохозяйственных культур в севооборотах: традиционная система – 1; чистый пар – 2; озимая пшеница – 3; лен масличный – 4; озимый ячмень – 5; сорго зерновое.

Система прямого посева – 1; горох – 2; озимая пшеница – 3; лен масличный – 4; озимый ячмень – 5; сорго зерновое.

Агротехнические условия проведения опыта: 1) предшественник – согласно чередованию культур севооборота; 2) обработка почвы – согласно плану исследований по традиционной системе мелкая на 10–12 см, 8–10 см по прямому посеву без механической обработки почвы; 3) посев сеялками – СН-16 и Gerardi – G117; 4) уход за посевами: обработка пестицидами при экономическом пороге вредоносности; 5) уборка урожая комбайном Сампо-500. Опыты заложены согласно методике полевого опыта Доспехова [1].

Результаты исследований. По результатам проведенных исследований было установлено, что наибольшее количество растительных остатков на поле после уборки оставляет сорго по обеим системам земледелия – 8,32 т/га сухого вещества (традиционная система) и 8,82 (система прямого посева) с применением комплексного биологического препарата (таблица 1). У озимой пшеницы, озимого ячменя, гороха и льна данный параметр находится в пределах ошибки опыта.

Таблица 1 – Количество растительных остатков на поверхности почвы после уборки сельскохозяйственных культур, т/га сухого вещества, 2017 г.

Сельскохозяйственная культура	Система обработки почвы			
	Традиционная система		Прямой посев	
	КБП*	Контроль	КБП	Контроль
Озимая пшеница	2,53	3,70	2,76	3,00
Озимый ячмень	3,20	3,30	3,00	2,60
Лен масличный	2,05	2,20	3,40	4,06
Сорго	8,32	6,47	8,82	6,19
Горох	-	-	2,40	2,70
Черный пар	-	-	-	-
НСР ₀₅	1,32	1,30	1,35	1,20

КБП* - комплексный биологический препарат

В результате проведенных опытов в 2016–2017 гг. было установлено, что система прямого посева не оказала влияния на урожайность культур севооборота, кроме сорго, где урожайность достоверно снижалась на 0,57 т/га (таблица 2). Обработка семян сорго комплексным микробным препаратом в условиях системы земледелия прямого посева способствовала увеличению урожайности на 0,43 т/га, или 57,3 % к контролю.

Таблица 2 – Влияние обработки комплекса биологических препаратов на урожайность сельскохозяйственных культур при различных системах земледелия, т/га

Система земледелия (Фактор А)	Инокуляции семян комплексом микробных препаратов (Фактор В)	Сельскохозяйственная культура				
		Горох посевной	Озимая пшеница	Лен мас-личный	Озимый ячмень	Сорго зерновое
Традицион-ная А1	В1 - без обработки	-	3,96	0,74	3,99	1,38
	В2 - обработка КБП	-	3,59	0,73	4,12	1,67
	Средняя по фактору А1	-	3,49	0,73	4,05	1,53
Прямой посев А2	В1 - без обработки	1,46	3,06	0,72	3,46	0,75
	В2 - обработка КБП	1,27	2,59	0,70	3,63	1,18
	Средняя по фактору А2	-	2,82	0,71	3,54	0,96
Средняя по фактору В	Без обработки	-	3,51	0,73	3,72	1,07
	Обработка КБП	-	3,09	0,71	3,87	1,43
НСР ₀₅	А	-	0,95	0,14	0,74	0,46
	В	0,36	0,95	0,14	0,74	0,32
	АВ	-	1,34	0,15	1,05	0,68

На рисунке 1 видно, что при прямом посеве снижаются затраты на горючесмазочные материалы и оплату труда, но значительно возрастают затраты на средства защиты растений.

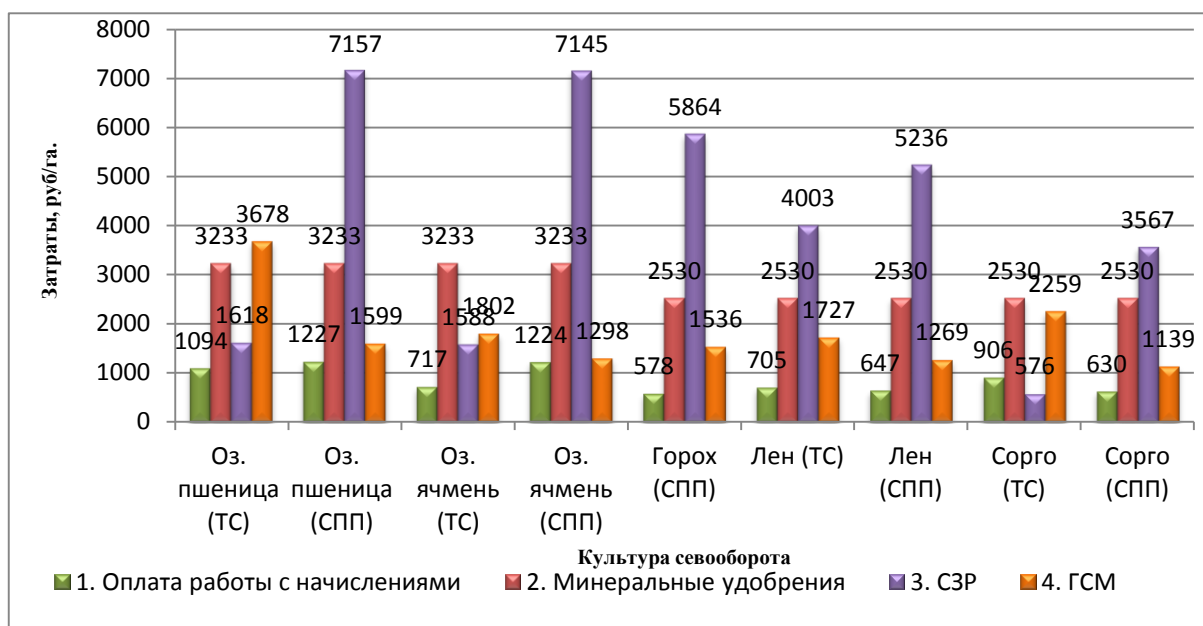


Рисунок 1 – Материальные затраты выращивания изучаемых культур по традиционной системе и системе прямого посева, 2017 г.

Заключение. Все изучаемые культуры в севооборотах оставляют после уборки большое количество растительных остатков на поле в виде мульчи сохраняя влагу, препятствуя прорастанию сорняков, служа пищей для почвенной биоты. Оценка урожайности и экономической эффективности будут сформированы после второй ротации севооборота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – 5-е изд. доп. и перераб / Б. А. Доспехов. – М. : Агропроиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.452:634.8.07:631.95

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ВИНODEЛИЯ В ВИНОГРАДАРСТВЕ

Воробьева Татьяна Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Россия, г. Краснодар, toksikolog@mail.ru

Белков Алексей Сергеевич, аспирант, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Россия, г. Краснодар, belkov_aleksei86@mail.ru

Обогащение деградируемой почвы виноградных насаждений компостом из органических веществ отходов виноделия, трансформируемых дополнительно внесенными эффективными микроорганизмами, позволяет повысить продуктивность растения, урожайность и пищевую ценность винограда.

Ключевые слова: виноградник, почва, компост, мезга, эффективные микроорганизмы, виноград, токсичные остатки.

THE USE OF WASTE WINEMAKING IN VITICULTURE

Vorob'eva T. N., Belkov A. S.

Enrichment of degraded soils of vineyards with compost from organic material waste winemaking convertible added microorganisms allows: to increase the productivity of plants, productivity and nutritional value of grapes.

Key words: vineyard, soil, compost, pulp, effective microorganisms, grapes, toxic residues.

Введение. Основной причиной снижения биогенности почвы является ее интоксикация как результат пестицидного прессинга и деструктуризации за счет многочисленных механизированных обработок. Выделяются виноградные насаждения, ежегодно обрабатываемые химикатами, аккумулируемыми почвой, что создает серьезные экологические проблемы [1, 8].

Отмечается, что высококачественное органическое биоудобрение, вносимое в почву, снижает многолетнее антропогенное воздействие на агроугодья, повышает плодородие почвы, продуктивность растений и качество продукции [5, 7, 9]. Эффективно биоудобрение, основой которого является сложный компост, состоящий из растительных остатков, отходов винного пресса и эффективных микроорганизмов [2, 3]. Применение компоста с использованием бездефицитного растительного материала для повышения биогенности почвы послужило целью настоящих исследований.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований: виноградные насаждения, почва, компост, отходы виноделия (мезга) и агротехнология содержания почвы на виноградниках. Работа выполнялась на базе специализированных хозяйств Тамани в условиях лабораторно-полевого опыта на площади 5 га (вариант 1 – контроль, вариант 2 – внесение компоста) [4]. Исследования проводились методами: определение остатков пестицидов по общепринятым методикам [6]; физико-химического и механического состава почвы (ГОСТ 26423–85), нитратного азота, подвижного фосфора и калия по Мачигину (ГОСТ 26205–91), содержания гумуса (ГОСТ 26213–91). Биохимический состав суслу ягод винограда определяли методом капиллярного электрофореза с применением прибора «Капель-104Т», (НПФ ООО «ЛЮМЭКС»).

Обсуждение результатов. Среди отходов растительного происхождения значительным потенциалом для вторичного использования обладают шроты и жмыхи, получаемые при отжиме семян масличных растений, в том числе и отходы виноградовинодельческого производства. К основным отходам виноделия относятся выжимки – гребни, кожица и семена ягод. Мезга, используемая в различных отраслях пищевой промышленности, также может найти применение и в сельском хозяйстве, в частности для повышения плодородия почвы виноградников. Поэтому компост можно считать неотъемлемым аспектом программы ухода за почвой на виноградниках.

Компост – это добавка в почву, получаемая из разложившихся различных органических материалов, таких как навоз, пищевые отходы, органические отходы из виноградника и пр. Компост вносится для обогащения почвы органическим веществом, что увеличивает разнообразие почвенных микроорганизмов, удерживает влагу, повышает пористость почвы.

При проведении агротехнических приемов содержания почвы виноградников использовался компост из отходов виноградовинодельческого производства в комплексе с эффективными микроорганизмами (ЭМ–1) [9].

В грунте специально отведенного места готовилась компостная яма [2] заполняемая последовательно слоями: мезгой, почвой, обогащенной раствором ЭМ–1, растительными остатками (при необходимости измельченными). Все утрамбовывалось, закрывалось полиэтиленовой пленкой, поверх пленки наносился слой почвы. Производители компоста должны придерживаться определенного режима (25–30 °С, влажность до 60 %), что позволяет убить патогенную микрофлору.

В зависимости от погодных условий и других факторов (физико-химический состав почвы) дозы внесения составляют от 1 до 8 т на 0,4 га. Внесение компоста в почву междурядий виноградников в течение 3 лет улучшило агротехническое состояние виноградных растений. Сохранность глазков, нагрузка соцветиями увеличились до 10 %, рост побегов до

1,9 % по отношению к контролю, где компост не вносился. Отмечалось увеличение подвижных форм фосфора на 3 мг/кг, обменного калия на 5,0 мг/кг почвы, гумуса на 0,05 % в сравнении с контролем.

Пополнение почвы гумифицированными растительными остатками, обеспечивающими жизнедеятельность полезных микроорганизмов, значительно ускорило процесс частичной деградации почвенных токсикантов (таблица 1).

Было отмечено снижение миграции токсичных остатков из почвы в виноград, где их концентрация не превышала установленных норм.

Таблица 1 – Снижение концентрации пестицидов в почве, обогащенной компостом, P=0,95

Вариант	Содержание пестицидов в почве, мг/кг							
	Исходное				Через 3 года			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	0,41	0,43	0,20	0,15	0,63	0,55	0,31	0,25
2	0,37	0,43	0,18	0,18	0,19	0,11	0,12	0,18
ПДК	0,1	0,02	0,1	0,1	0,1	0,02	0,1	0,1
Примечание. Группы определяемых пестицидов: 1 – хлорсодержащие, 2 – фосфорсодержащие, 3 – дитиокарбаматы, 4 – триазолы. ПДК – предельно допустимое количество								

Активизировался процесс выноса питательных веществ из почвы в растение, где концентрация яблочной, винной и лимонной кислот в сусле винограда увеличилась соответственно на 7, 8 и 17 %.

Компост добавляет в почву питательные микроэлементы, что повысило скорость накопления сахаров и их концентрацию в винограде (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав винограда сорта Каберне-Совиньон, 2015–2017 гг.

Варианты	Основные показатели состава винограда				
	Скорость накопления сахаров, г/100 см ³ в сутки	Содержание сахаров г/100 см ³	Титруемая кислотность, г/дм ³	pH	Плотность, г/см ³
Контроль	0,27	23,0	8,3	3,30	1,10
Внесение компоста	0,29	23,7	7,6	3,28	1,09
НСР _{0,05}	0,09	1,4	0,98	0,86	0,12

Применение компоста в течение трех лет показало, что на этом участке урожайность винограда повысилась на 5,5 ц/га.

Выводы. Наблюдаемая деградация почвы виноградных насаждений, вызываемая утратой гумуса, аккумуляцией токсичных остатков, структурно-физическим разрушением может быть ослаблена обогащением почвы биоматериалом. Предлагаемый способ внесения в почву виноградников компоста из отходов виноделия в комплексе с эффективными микроорганизмами насыщает почвенную биоту полезными видами микроорганизмов, что улучшает физико-химический состав и структуру почвы, активизирует деградацию токсичных остатков и повышает ее плодородие. Это позволяет повысить продуктивность, урожайность и качество продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьева Т. Н. Обеспечение экологической и пищевой безопасности в виноградарстве / Т. Н. Воробьева, А.А. Волкова // Научно-практические рекомендации. – Краснодар : ООО «Просвещение - Юг», 2009. – 19 с.
2. Воробьева Т. Н. Способ содержания почвы виноградников / Т. Н. Воробьева, Ю. А. Ветер, А. А. Волкова // Патент РФ № 2531001 – М.: ФИПС, 2014. – 4 с.
3. Воробьева Т. Н. Пищевая ценность и безопасность винограда технических сортов / Т. Н. Воробьева, А. В. Прах, А. С. Белков // Научный журнал КубГАУ. – № 129(05). – 2017 – <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/29.pdf>
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропром изд., 1985. – 351 с.

5. Круглов Ю. В. Микрофлора почвы и пестициды / Ю. В. Круглов. – М. : ВО «Агро-промиздат», 1991. – 128 с.
6. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 115 с.
7. Тихонович И. А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов. – СПб. : Изд-во С.Пб Университета, 2009 – 210 с.
8. Черников В. А. Агроэкология / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев и др. // ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М. : Колос, 2000 – 536 с.
9. Handelsman J. Metagenomics application of genomics to uncultured microorganisms // Microbiol. Mol. Biol. – 2014. – Vol. 68. – P. 669–685.

УДК 663.1: 547.455.526

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К СПОСОБАМ ПЕРЕРАБОТКИ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ

Минзанова Салима Тахиятулловна, кандидат технических наук, доцент, ИОФХ им. А. Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Россия, Республика Татарстан, г. Казань, minzanova@iopc.ru

Македонская Александра Алексеевна, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Россия, Республика Татарстан, г. Казань

Ахмадуллина Фарида Юнусовна, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Россия, Республика Татарстан, г. Казань

Миронова Любовь Геннадьевна, ИОФХ им. А. Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Россия, Республика Татарстан, г. Казань, minzanova@iopc.ru

Фазлиев Ильнар Ирекович, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ranli87@rambler.ru

Милуков Василий Анатольевич, доктор химических наук, доцент, ИОФХ им. А. Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Россия, Республика Татарстан, г. Казань, milyukov@iopc.ru

В данной статье представлены результаты комплексной переработки пивной дробины. Исследован гидролиз пивной дробины с использованием ферментного препарата Целлолюкс-А и оптимизирована температура процесса. Состав жома пивной дробины после ферментативного гидролиза позволяет рекомендовать его в качестве структуранта почвы.

Ключевые слова: ферментативный гидролиз, Целлолюкс-А, пивная дробина, редуцирующие сахара, состав жома

BREWERS GRAINS AND THE MAIN APPROACHES TO ITS UTILIZATION

**Minzanova S. T., Makedonskaya A. A., Ahmadullina F. Yu., Mironova L. G.,
Fazliev I. I., Milyukov V. A.**

This article presents the results of a complex processing of brewers grains. The hydrolysis of the brewers grains using the Cellolux-A enzyme preparation was studied and the process temperature was optimized. Elemental analysis of bagasse after hydrolysis was studied for its application as a soil structurant.

Key words: enzymatic hydrolysis, Cellolux-A, brewer's grain, reducing sugars, composition of bagasse.

Введение. «Рациональное природопользование» является приоритетным направлением развития науки, технологий и техники в Российской Федерации» (указ Президента РФ № 899

от 7 июля 2011 г.). Вовлечение в хозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов (ВМР) позволяет решить глобальные экологические проблемы и дополнительно получить продукты для народного хозяйства [1, 2].

Пивоварение относится к одному из самых материалоемких производств среди отраслей пищевой промышленности. Одним из самых значительных видов ВМР по объему и пищевой ценности является пивная дробина (ПД). Выход дробины влажностью 80 % составляет 2,5 т на 1000 дал получаемого пива. Хранение дробины влажностью 70–80 % на открытых площадках приводит к ее загниванию и выделению вредных веществ в окружающую среду [2]. Эффективная переработка пивной дробины является актуальной проблемой. Утилизация многотоннажных отходов ПД посредством ее превращения в органическое удобрение и мелиорант почв – важное направление в решении данной проблемы [1, 3].

Цель данной работы – исследование гидролиза пивной дробины с использованием ферментного препарата *Целлолюкс-А* и оценка состава жома после гидролиза для его применения в качестве структуранта почвы.

Материалы и методы исследования. Для ферментативного гидролиза был использован ЦеллоЛюкс-А – комплексный ферментный препарат, продуцируемый микробной культурой *Trichoderma viride(reesei)* (производитель ПО «Сиббиофарм», г. Бердск). ЦеллоЛюкс-А состоит из комплекса ферментов: бета-глюканазы – до 3500 ед./мл, ксиланазы – до 3500 ед./мл, целлюлазы – до 1200 ед./мл, альфа-амилазы – до 400 ед./мл. Диапазон действия ЦеллоЛюкс-А: pH 3,0–6,5 при температуре 30–80 °С. Оптимальные условия: pH 4,0–4,5 при температуре 45–60 °С.

Количественные методы анализа гидролизатов ПД

Определение моносахаридного состава гидролизатов выполнено на жидкостном хроматографе Shimadzu® 20-AD Prominence с рефрактометрическим детектором Shimadzu RID-10A. Использованы хроматографические колонки ReproSil-Pur NH₂ (250 x 4 mm) фирмы “Dr. Masch GmbH”, Separon C₁₈ NH₂ (300 x 3 mm). Содержание редуцирующих сахаров определено методом йодометрического титрования.

Объектами исследования являются пивная дробина и жом после ферментативного гидролиза.

Внешний вид ПД: влажная масса (влажность 76,8 %), представленная в основном зерновыми ядрами и пленками. Цвет желто-коричневый, запах специфический хлебный. Элементный состав пивной дробины представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Элементный состав пивной дробины

Пивная дробина	C, %	H, %	N, %	Содержание белка, %
Исходная	48,11	5,91	3,10	19,38
Промытая	48,23	7,37	3,66	22,88

Результаты исследования и их обсуждение. Ферментативный гидролиз из-за специфичности и мягких условий реакции является потенциальным способом для выделения компонентов пивной дробины и для дальнейшего их фракционирования [4]. В данной работе проведен ферментативный гидролиз исходной (фр. ≤ 5 мм) и измельченной (фр. ≤ 1 мм) пивной дробины (рисунок 1) при температуре 50 и 60 °С.

Исследована концентрация сахаров в гидролизатах пивной дробины в зависимости от фракции и температуры, рассчитаны выходы редуцирующих веществ на абсолютно-сухой вес (АСВ) сырья (таблица 2). Установлено, что максимальный выход сахаров (РВ) на АСВ сырья достигается при гидролизе ПД (фр. ≤ 5 мм) при 60 °С и составляет 9,96 % (5 час). Такой же выход получен при ферментативном гидролизе ПД (фр. ≤ 5 мм) при 50 °С за 7 час. Экспериментально показано, что измельчение ПД до фр. ≤ 1 мм не приводит к увеличению сахаров (РВ) в гидролизатах.

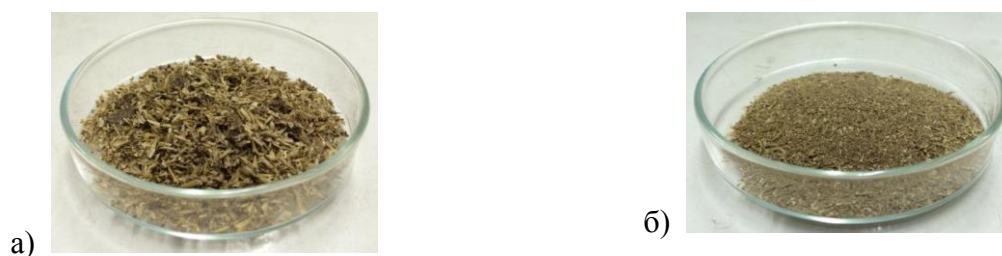


Рисунок 1 – Исходная (а) и измельченная (б) пивная дробина

Таблица 2 – Зависимость выхода сахаров от фракции пивной дробины и температурного режима ферментативного гидролиза

Время, час	Концентрация сахаров (РВ), %	Выход на АСВ, %	Время, час	Концентрация сахаров (РВ), %	Выход на АСВ, %
Фракция ≤ 5 мм при 50 °С			Фракция ≤ 5 мм при 60 °С		
0	0,038	0,09 $\pm$ 0,003	0	0,056	1,36 $\pm$ 0,04
1	0,300	7,23 $\pm$ 0,22	1	0,300	7,23 $\pm$ 0,22
3	0,338	8,15 $\pm$ 0,24	3	0,356	8,58 $\pm$ 0,26
5	0,375	9,03 $\pm$ 0,27	5	0,413	9,96 $\pm$ 0,30
7	0,413	9,96 $\pm$ 0,30	7	0,338	8,15 $\pm$ 0,24
Фракция ≤ 1 мм при 50 °С			Фракция ≤ 1 мм при 60 °С		
0	0,075	1,81 $\pm$ 0,05	0	0,075	1,81 $\pm$ 0,05
1	0,225	5,42 $\pm$ 0,16	1	0,244	5,87 $\pm$ 0,18
3	0,338	8,15 $\pm$ 0,24	3	0,338	8,15 $\pm$ 0,24
5	0,338	8,15 $\pm$ 0,24	5	0,356	8,58 $\pm$ 0,26
7	0,375	9,03 $\pm$ 0,27	7	0,356	8,58 $\pm$ 0,26

Гидролизаты ПД содержат глюкозу, ксилозу, мальтозу, сахарозу, маннозу, арабинозу – сахара, являющиеся источниками углерода и используемые для накопления биомассы дрожжей, поэтому их получение обусловлено востребованностью в биотехнологии. В ходе переработки ПД образуется жом, который необходимо утилизировать. Технология применения жома предполагает перемешивание его с пахотным слоем почвы с определенным соотношением компонентов. Авторами работы [3] показано, что пивная дробина улучшает свойства почвы: при добавлении 10 % пивной дробины к чернозему каталазная активность в течение первых 15 сут эксперимента увеличивается на 41,33 %, 20 % ПД – на 48,38 %, 30 % ПД – на 45,78 % по сравнению с контролем. Следует отметить, что на плодородие почвы значительное влияние оказывает химический состав органического вещества. Нами исследован элементный состав жома ПД после ферментативного гидролиза (таблица 3).

Таблица 3 – Элементный состав жома пивной дробины после гидролиза

Жом пивной дробины	С, %	Н, %	Н, %	Содержание белка, %
Жом фр. ≤ 5 мм 50 °С	46,96	6,93	3,88	24,25
фр. ≤ 1 мм, 50 °С	47,08	7,10	3,39	21,19
фр. ≤ 5 мм, 60 °С	47,75	7,04	4,18	26,13
фр. ≤ 1 мм, 60 °С	46,28	6,43	3,33	20,81

Относительное увеличение содержания белка в жоме ПД по сравнению с исходной (таблица 1), отсутствие кислотности (рН ~6), данные литературы по эффективности ПД [3] позволяют нам рекомендовать жом ПД после ферментативного гидролиза в качестве структуранта почвы. Важно подчеркнуть, что утилизация жома не сопровождается подкислением почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 181 с.
2. Колпакчи А. П. Вторичные материальные ресурсы пивоварения / А. П. Колпакчи и др. – М. : Агропромиздат, 1986. – 160 с.

3. Руденко Е. Ю. и др. Влияние пивной дробины на биологическую активность черноземной почвы / Е. Ю. Руденко и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 10. – С. 10–11.

4. Фазлиев И. И. Ферментативный гидролиз пивной дробины / И. И. Фазлиев, С. Т. Минзанова, Ф. Ю. Ахмадуллина, Л. Г. Миронова. – М. : Экология и промышленность России, 2012. – № 1. – С. 20–22.

УДК 631.67/664.4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Решетникова Вера Николаевна, кандидат химических наук, доцент, Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского», *Россия*, г. Балашов, vnresh@yandex.ru

Смирнова Елена Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского», *Россия*, г. Балашов, Elenaprentam@mail.ru

Степанов Михаил Алексеевич, начальник отдела организации применения средств химизации, ГИС и научной работы, ФГБУ Станция агрохимической службы «Балашовская», *Россия*, г. Балашов, ra4cpr@mail.ru

В статье показана эффективность применения подкормок подсолнечника гуминовыми и минеральными удобрениями (прибавки урожайности культуры составляют от 40 до 95 %).

Ключевые слова: подсолнечник, гуминовые и минеральные удобрения, урожайность.

THE EFFECTIVENESS OF APPLYING FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF SUNFLOWER ON CHERNOZEM ORDINARY THE RIGHT BANK OF THE SARATOV REGION

Reshetnikova V. N., Smirnova E. B., Stepanov M. A.

The article shows the effectiveness of using fertilizing with humic and mineral fertilizers for sunflower (the increment of crop yield is from 40 to 95%).

Keywords: sunflower, humic and mineral fertilizers, productivity.

Подсолнечник – это экономически выгодная при возделывании культура. Увеличение посевов подсолнечника в структуре посевных площадей до 70 %, что нередко встречается в наших хозяйствах, приводит к быстрому истощению почвенного плодородия и развитию болезней, сорной растительности, вредителей.

Для увеличения урожайности подсолнечника заложен в 2015–17 гг. опыт по применению минеральных удобрений и стимуляторов. В опыте применяли препараты: гумостим – гуминовое удобрение из торфа с микроэлементами и аминокислотами; гумостим-С с повышенным содержанием микроэлементов – меди, цинка и серы; Ерёма – борно-кальциевое минеральное удобрение с аминокислотами.

Схема опыта включала варианты: 1) контроль – без удобрений; 2) предпосевное внесение азофоски в дозе NPK(60) – фон; 3) фон + 2 обработки посевов гуминовым удобрением Гумостим с микроэлементами (500 мл/га) в фазу 4–6 листьев и через 14 дней после первой обработки; 4) фон + 2 обработки посевов гуминовым удобрением Гумостим-С (500 мл/га); 5) фон + 2 обработки посевов стимулятором Ерёма (500 мл/га); 6) фон + 2 обработки посевов раствором NPK в дозе 2 кг д. в./ га. Опыты проводили в хозяйстве ООО «Наир» Балашовского района Саратовской области. Высевали гибрид НС Х 6006 (Сербия, генетический потенциал урожайности 5,5 т/га), который возделывался в хозяйстве. Анализы почвы опытного участка и учёт урожайности проводили по общепринятым методикам [1, 2].

Почвы опытного участка представлены черноземами обыкновенными малогумусными маломощными тяжело-суглинистыми на делювиальных глинах и тяжелых суглинках. Содержание гумуса очень низкое – 2,9 %, азота легкогидролизуемого низкое – 73 мг/кг почвы, фосфора высокое – 170 мг/кг почвы и калия повышенное – 105 мг/кг почвы. Степень кислотности – нейтральная (6,4). Содержание микроэлементов низкое (Cu – 0,2; Zn – 0,68; Mn – 5, B – 1, 35 мг/ кг почвы), за исключением подвижного бора.

Как показано в таблице, в среднем за три года урожайность подсолнечника на контроле составила 22,5 ц/га.

Таблица – Урожайность подсолнечника (гибрид НС Х 6006), ц/га

Варианты опыта	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее за 3 года
1	21,8	22,4	23,3	22,5
2	30,6	31,8	32,4	31,6
3	33,9	36,5	38,7	36,3
4	35,4	36,8	37,3	36,5
5	36,9	37,2	37,8	37,3
6	41,8	42,4	47,9	44,0
НСР _{0,5}	0,08	0,09	0,08	0,0

Применение гумостима, гумастима-С и Ерёмы повышало урожайность на 40,4; 61,3; 62,2; 65,7 % в среднем за три года по сравнению с контролем. Две обработки посевов (в фазу 4–6 листьев и через 14 дн после первой обработки) раствором НРК в дозе 2 кг д. в./ га по фону НРК(60) по сравнению с контролем увеличили урожайность на 95,5 %.

По результатам опыта можно сделать вывод о необходимости применения минерального удобрения и стимуляторов для получения высокой прибавки урожайности подсолнечника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта – 5-е изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Смирнова Е. Б. Содержание гумуса и его комплексов с металлами в черноземе обыкновенном рекреационных территорий / Е. Б. Смирнова, В. Н. Решетникова, М. А. Степанов, Т. Ю. Макарова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1(8). – С. 2068–2071.

УДК 338/631.5

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ В ПРАВОБЕРЕЖЬЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Смирнова Елена Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского», *Россия*, г. Балашов, Elenaprentam@mail.ru

Решетникова Вера Николаевна, кандидат химических наук, доцент, Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского», *Россия*, г. Балашов, vnresh@yandex.ru

Гребешкова Татьяна Михайловна, агрохимик, ФГБУ Станция агрохимической службы «Балашовская», *Россия*, г. Балашов, agrohim_64_2@mail.ru

В статье показана экономическая эффективность предпосевного внесения минеральных удобрений на черноземе обыкновенном и некорневой подкормки посевов подсолнечника гуминовыми удобрениями и стимулятором роста.

Ключевые слова: экономическая эффективность, подсолнечник, гуминовые удобрения, некорневая подкормка.

ECONOMIC EFFICIENCY OF SUNFLOWER EMISSION WITH THE USE OF HUMIN FERTILIZERS IN THE RIGHT BANK OF THE SARATOV REGION

Smirnova E. B., Reshetnikova V. N., Grebeshkova T. M.

The article shows the economic efficiency of pre-sowing of mineral fertilizers on chernozem ordinary and foliar feeding of sunflower crops with humic fertilizers and growth stimulant.

Keywords: economic efficiency, sunflower, humic fertilizers, foliar top dressing.

Испытание применения минеральных удобрений и стимуляторов при возделывании подсолнечника – задача интенсификации и определения экономически выгодных технологических приёмов в получении максимальной урожайности и прибыли при минимальных затратах. Совершенство мероприятий для увеличения получения продукции растениеводства оценивается их экономической эффективностью. Применение минеральных удобрений не всегда окупается. Поэтому их использование должно быть оптимальным, в соответствии с данными почвенного плодородия и результатов растительной диагностики [1].

Применение удобрений в любом случае несет прибавку урожая, но не всегда прибавка окупает затратный механизм на применение удобрений или составляет небольшой доход. Для определения экономической эффективности изучаемых технологий использовали систему натуральных стоимостных показателей, отражающих увеличение урожайности и повышение ее качества (масличность, сбор масла с га), снижение затрат и получение максимальной прибыли, т. е. рост экономической эффективности.

В 2015–2017 гг. были проведены опыты в хозяйстве ООО «Наир» Балашовского района Саратовской области с применением некорневой подкормки гуминовыми удобрениями и стимуляторами роста с микроэлементами. Почвы опытного участка представлены черноземами обыкновенными малогумусными маломощными тяжело-суглинистыми на делювиальных глинах и тяжелых суглинках. Содержание гумуса низкое, азота легкогидролизуемого низкое, фосфора высокое и калия повышенное. Степень кислотности (KCl) – нейтральная. Содержание микроэлементов низкое за исключением подвижного бора [2].

Схема опыта включала варианты: 1) контроль – без удобрений; 2) предпосевное внесение азофоски в дозе NPK(60) – фон; 3) фон + 2 обработки посевов гуминовым удобрением Гумостим с микроэлементами (500 мл/га) в фазу 4–6 листьев и через 14 дн после первой обработки; 4) фон + 2 обработки посевов гуминовым удобрением Гумостим-С (500 мл/га); 5) фон + 2 обработки посевов стимулятором Ерёма (500 мл/га); 6) фон + 2 обработки посевов раствором NPK в дозе 2 кг д. в./ га.

Опыты показали, что экономическая эффективность и рентабельность при стоимости продукции 15000 руб/т была на варианте 3–4,8 и 174,5 % соответственно (таблица).

Таблица – Экономическая эффективность возделывания подсолнечника, среднее за 3 года

Вариант	Урожайность, ц/га	Затраты, руб. на 1 га	Доход, руб/га	Эконом. эффект, %	Рентабельность, %
1	22,5	15000,0	19973,52		133,2
2	31,6	29900,0	33656,80	0,8	112,6
3	36,3	20402,9	35607,63	4,8	174,5
4	36,5	30500,0	43076,66	2,0	141,2
5	37,3	30500,0	40993,12	1,7	134,4
6	44,0	30500,0	41746,08	1,8	136,9

Таким образом, эффективность применения минеральных удобрений при возделывании подсолнечника в любом случае положительна, но в результате высокой цены на минеральные удобрения резко возрастает себестоимость продукции, что не всегда эффективно в получении максимальной прибыли. Поэтому на подсолнечнике необходимо применять стимуляторы роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельтюков Л. П. Экономическая эффективность производства подсолнечника в зависимости от технологий возделывания / Л. П. Бельтюков, Л. Н. Анипенко, В. Г. Донцов // Вестник аграрной науки Дона. – 2012. – № 1 (17). – С. 74–80.
2. Смирнова Е.Б. Содержание гумуса и его комплексов с металлами в черноземе обыкновенном рекреационных территорий/ Е. Б. Смирнова, В. Н. Решетникова, М. А. Степанов, Т. Ю. Макарова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1(8). – С. 2068–2071.

УДК 628.312:574,5

МИКРОБОЦЕНОЗЫ, ЗООЦЕНОЗЫ И ИХТИОЦЕНОЗЫ СТОЧНЫХ ВОД

Субботина Юлия Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» кафедра ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность, *Россия*, *tu_beard@mail.ru*

В статье анализируются естественные биоценозы, участвующие в очистке сточных вод: микро-биоценозы, зооценозы, ихтиоценозы, рассматривается их роль в утилизации органического вещества стоков в рыбоводно-биологических прудах очистки.

Ключевые слова: биоценоз, рыбоводно-биологические пруды, продуценты, консументы, редуценты, био-продуктивность, трофность.

MICROBIOCENOSSES, ZOOCENOSSES, ICTHIOCENOSSES OF SEWAGE

Subbotina Yu. M.

Summary: in this article an analysis of the natural biocenoses, which participate in a sewage disposal is analyzed. The characteristic of microbiocenoses, zoocenoses, ichtiocenoses, their role in recycling of organic matter of drains in fish-breeding and biological ponds of cleaning is considered.

Keywords: biocenosis, fish-breeding and biological ponds, producers, consumers, decomposers, biological productivity, trofy.

Биоценоз – это исторически сложившаяся совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, населяющих относительно однородное жизненное пространство (определённый участок суши или акватории) и связанных между собой и окружающей их средой. Биоценозы возникли на основе биогенного круговорота и обеспечивают его в конкретных природных условиях. Биоценоз – это динамическая, способная к саморегулированию система, компоненты которой (продуценты, консументы, редуценты) взаимосвязаны.

Цель исследования: проанализировать естественные биоценозы участвующие в очистке сточных вод.

При нормальном функционировании природных биоценозов вопрос об отходах жизнедеятельности не возникает благодаря возможности использования продукта жизнедеятельности одного вида в качестве исходного продукта для другого биологического вида или видов. При этом строго соблюдается баланс между количеством производимых и потребляемых продуктов жизнедеятельности. Антропогенный прессинг на окружающую среду приводит к нарушению биологического равновесия в ней из-за концентрации различных видов индустриализованных производств.

Интенсивное строительство в конце 60-х и начале 70-х гг. животноводческих комплексов, в частности по выращиванию и откорму свиней на 12, 24, 54, 108, 216 тыс. голов в год, создало ряд проблем научно-технического, экологического, ветеринарно-санитарного характера. Эти проблемы связаны в основном с хранением, утилизацией и обеззараживанием навоза, так как гидростатическая нагрузка навозных стоков в комплексах, применяющих гидросмыв, составляет от 600 до 8000 м³ в сутки.

Метод биологической очистки сточных вод известен достаточно давно – так, в средние века сброс сточных вод с городов осуществлялся в крепостные рвы, заполненные водой. Совместная биологическая очистка и выращивание гидробионтов, в том числе и рыбы тоже имеет древние корни. Первый в России эксперимент по выращиванию товарной рыбы, на сооружениях очистки бытовых стоков, поступающих, по каскаду биологических прудов, описан в работе В. А. Мейна в 1932 году [5].

Исследования по вопросам биологической очистки носили в те времена эпизодический характер и не рассматривали проблему в целом, т. к. в те годы еще не встала во всей остроте проблема охраны окружающей среды, не возникал вопрос об истощении водных ресурсов.

Результаты исследования. Метод рыбоводно-биологической очистки навозных стоков свиноводческих комплексов в России был предложен сотрудниками Московской областной рыбоводно-мелиоративной станции (в дальнейшем ВНИИР), ВНИИССВ, учеными ВИЖ, и в 1976 г. началась первая производственная проверка этого способа в свиноводческом экспериментальном хозяйстве ВИЖ «Кленово-Чегодаево» Московской области [13].

Пруды биологической очистки – уникальные экосистемы. Если в естественных водоемах уровень образования органического вещества в толще воды определяется скоростью фотосинтеза микроводорослей, что в конечном итоге устанавливает общую трофность водоема, то в прудах биологической очистки трофность находится в прямой зависимости от поступления органического вещества со стоками. Пруды биологической очистки животноводческих комплексов представляют собой, как мы знаем, гипертрофные водоемы, где содержание растворенного органического вещества лимитируется сообществом организмов как по структуре, так и по интенсивности жизнедеятельности.

Качество воды и биопродуктивность водоема определяется структурой и жизнедеятельностью всего сообщества биоценозов экосистемы (бактерии-, зоопланктоном и пр.). Функционирование водных сообществ – это постоянно действующая цепь создания органического вещества в процессе фотосинтеза и его разрушения гетеротрофными организмами, среди которых особое место занимают микроорганизмы и, в частности, бактерии.

Благодаря своим особенностям бактерии обладают высокой метаболической активностью и занимают ведущее место в круговороте органического вещества и биогенных элементов, способствуя таким образом развитию водной растительности.

Вся деятельность бактерий в природных экосистемах направлена на поддержание равновесия между процессами создания органического вещества и процессами минерализации – возвращением в экосистему необходимых минеральных веществ. Так, по данным многих авторов, в Можайском водохранилище более половины общей деструкции органического вещества приходится на долю бактерий [4].

До последнего времени исследования водных бактерий по ряду причин сводились к определению их общей численности и численности отдельных физиологических групп. Однако в последние 25–30 лет увеличилось количество экологических исследований микроорганизмов и их роли в трансформации органического вещества в водоемах. Одна из основных задач экологии микроорганизмов – анализ потока растворенного органического вещества через бактериальное звено. Однако методические трудности, возникающие при определении синтеза органического вещества и его утилизации микроорганизмами, являются серьезными препятствиями для изучения потока энергии и вещества через бактериальную цепь.

Основоположник экологического направления в микробиологии С. Н. Виноградский показал, что деятельность микроорганизмов в природе представляет собой саморегулирующий процесс, указывая тем самым на необходимость исследования не только физиологии и экологии отдельных видов, но и всего сообщества в целом в его естественном местообитании.

Бактериопланктон водоемов представлен в виде свободно живущих клеток (одиночек), агрегатов клеток (колоний) и клеток, прикрепленных к детритным частицам. Соотношение свободноживущих и прикрепленных групп бактерий в водоемах различной трофности сильно колеблется. В олиготрофных водоемах доля одиночных бактерий значительно ниже, чем в загрязненных. Бактерии, находящиеся в этих трех состояниях, имеют разную физиологическую активность, что предполагает возможность дифференцированной трансформации растворенной органики.

Вторым немаловажным фактором является то, что крупные бактериальные агрегаты легко отфильтровываются разными группами зоопланктона («грубыми» и «тонкими»), тогда

как одиночные бактериальные клетки – в основном «тонкими» фильтрами. Поэтому изучение структуры бактериопланктона крайне необходимо для правильного понимания микробиологических процессов.

Следующим звеном биологической очистки и трофического круговорота вещества является фотосинтетическая активность микроводорослей. Жизнедеятельность сообщества микробиоты направлена в основном на минерализацию органического вещества и создание условий для жизнедеятельности фитопланктона и других организмов. Имеющиеся в прудах водоросли активно используют биогенные вещества (азот, фосфор и др.), выделяя при этом кислород и стимулируя деструкцию растворенных органических веществ. Процессы самоочищения навозных стоков можно ускорить, инокулировав в пруд альгологический полинокулянт, а также макрофитов, которые активно поглощают различные загрязнения. Наличие адаптированного альгологического полинокулянта гарантирует быстрое удаление биогенов [7, 9, 10].

Российским ученым, в том числе и автору этой статьи занимавшимся и занимающимся проблемой утилизации и обеззараживания сточных вод удавалось добиваться удаления на 95–99,0 % органических веществ сточных вод и на 99,9 % – удаления болезнетворных патогенов кишечной группы. Изучение химико-биологического состава сухой биомассы фитопланктона свидетельствует о ее высокой кормовой ценности. Протеина в ней содержится до 40 %, в его состав входят все незаменимые аминокислоты. Кроме того, в состав фитопланктона входят жиры, витамины, ферменты. Высушенная биомасса фитопланктона, добытого из водорослевых прудов очистки, может использоваться на корм крупному рогатому скоту, птице и свиньям [1, 9, 10].

Разработка и использование технологии проточного культивирования кормовых гидробионтов на рыбоводно-биологических прудах свиноводческих комплексов является высокоэффективным рентабельным способом использования побочной продукции цеха очистных сооружений.

Пищевые взаимоотношения зоопланктона с бактерио- и фитопланктоном описаны достаточно подробно Б. Л. Гутельмахером, А. П. Садчиковым, А. В. Монаковым, Л. М. Сущенко, М. М. Телитченко. Основными источниками пищевых ресурсов зоопланктона являются водные бактерии и одноклеточные водоросли. Потребляя пищевые организмы, низшие ракообразные выделяют продукты жизнедеятельности, которые в свою очередь стимулируют фотосинтез и прирост биомассы водорослей. Значение бактериопланктона и питание зоопланктона зависит от степени его концентрации и агрегированности [2, 3, 4, 6, 7, 15].

Необходимо отметить, что очистительной способностью обладает стабильный комплекс организмов, составляющих биоценоз экосистемы. Чем богаче видовое разнообразие, тем быстрее осуществляются эти процессы [2, 3, 15].

В стабильной экосистеме синтезированное фитопланктоном органическое вещество утилизируется зоопланктоном. При этом в сообществе развиваются те виды водорослей, к которым приспособлено зоопланктонное население. Неиспользованное органическое вещество, экскременты разлагаются в толще воды или оседают на дно, где потребляются донными бактериями и животными. Всех их, в конечном счете, потребляют рыбы. Таким образом, круг замыкается. Достаточное количество кислорода в водоеме способствует более полному окислению органического вещества. Большое разнообразие видов (как животных, так и растений) позволяет такой экосистеме существовать стабильно и достаточно долго [2, 3].

Роль зоопланктона в рыбоводно-биологических прудах велика, как и водорослей на предыдущей ступени очистки. Зоопланктон как никто из водных организмов утилизирует мелкий бактериопланктон, детрит и трансформирует их энергию на более высокий уровень. Сам же зоопланктон является пищей для более крупных беспозвоночных и рыб.

Измеряя биомассу и численность организмов различных сообществ биологической очистки, мы можем дать лишь статистическое описание сообществ, характеризующее его на момент взятия пробы. Динамика функционирования сообществ описывается потоком энергии, переходящим с биомассой от одного трофического уровня к другому. Потоки энергии характеризуются скоростью переноса энергии и питательных веществ от организма к организму по пищевым цепям.

Ученые выделяют факторы среды, оказывающие влияние на скорость биотической трансформации органического вещества. Большое внимание уделяется размерам организмов,

масса многих из них различается на десять порядков. Сложившиеся в экологической физиологии представления о связи между массой организма и скоростью его роста, потреблением кислорода и пищи свидетельствуют о том, что чем меньше масса тела, тем более интенсивно протекают эти процессы [8].

В естественных условиях зоопланктон действует как своеобразный бактериальный фильтр. Снижение численности бактерий благодаря фильтрации зоопланктона может достигать 99,5 % в поверхностных и глубинных слоях пруда [2, 3]. Так, в естественных биоценозных сообществах две трети первопищи рассеивается бактериями в процессе обмена. Суммарная продукция мирного зоопланктона, простейших и бентоса ограничивается 1,1–1,5 % от энергии первопищи. Продукция хищного зоопланктона от продукции фильтраторов составляет 10–15 %.

При хорошо отлаженной технологии прудового рыбоводства доля карпа в общем потоке энергии составляет от 2,0 до 4,7 % первопищи. Введение в рыбоводный пруд, кроме карпа и карася, поликультуры растительноядных рыб имеет огромное влияние на поток энергии, сокращая трофическую цепь, а следовательно, и траты на обмен. Растительноядные рыбы, питаясь фитопланктоном, бактериями и детритом, потребляют около 17 % суммарной продукции растений в водоеме (фитопланктон + макрофиты).

Для более полного понимания сути процессов, происходящих во время биологического самоочищения сточных вод, необходимо знать пути, по которым происходит передача энергии в сообществах, а также степень воздействия различных физико-химических условий среды на поток энергии.

Высшим консументами III порядка в трофической цепи рыбоводно-биологических прудов каскада очистки является рыбы – планктофаги. Результаты опыта по выращиванию в рыбоводно-биологических прудах молоди карпа, карпокарася, белого и пестрого толстолобика и их гибридов опубликованы в работе Ю. М. Субботиной и И. Р. Смирновой, разработанная технология выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах очистки, позднее полученные результаты запатентованы [9, 10, 11].

Выводы. В процессах самоочищения, как мы видим, принимает участие весь комплекс биоценоза: микроорганизмы, бактерии, зоопланктон и рыба. Одни из них обладают механической очистительной способностью, другие могут аккумулировать в своих органах химические соединения, третьи минерализуют сложные загрязняющие вещества, обладающие мутагенными и канцерогенными свойствами. Несомненно, наибольшую роль в этих процессах играют бактерии, одноклеточные микроорганизмы, зоопланктон и, конечно, рыба. Динамика функционирования биоценозов характеризуется потоком энергии, переходящим с биомассой от одного трофического уровня к другому.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян Н. П. Культивирование одноклеточных зеленых водорослей / Н. П. Арутюнян. – Ереван : Изд-во Армянской ССР, 1966. – 82 с.
2. Гутельмахер Б. Л. Метаболизм планктона как единого целого (трофометаболические взаимодействия зоо- и фитопланктона) / Б. Л. Гутельмахер. – Л.: 1984. – 184 с.
3. Гутельмахер Б. Л. Питание зоопланктона / Б. Л. Гутельмахер, А. П. Садчиков, Т. Г. Филиппова. – М. : 1988. – 155 с.
4. Куликов А. С. Утилизация внеклеточных выделений фитопланктона бактериопланктоном водоема / А. С. Куликов, А. П. Садчиков, В. П. Максимов. – М. : Биоценология. Гидробиология, 1988. – Т. 6. – 32 с.
5. Мейен В. А. Очистка сточной жидкости в прудах и выращивание в них рыбы. Научно-техническое общество водоснабжения и санитарной техники / В. А. Мейен. – М. : 1932. – 60 с.
6. Монаков А. В. Питание и пищевые взаимоотношения пресноводных копепоид / А. В. Монаков. – М. : Наука, 1976. – 170 с.
7. Никулина В. Н. Взаимоотношение фито- и зоопланктона. Общие основы изучения водных экосистем / В. Н. Никулина, Б. Л. Гутельмахер. – Л. : Наука, 1979. – С. 257–271.
8. Садчиков А. П. Зоопланктон: утилизация водорослей природных водоемов / Планктология : Курс лекций. Ч. 1. Зоопланктон. Трофические взаимоотношения / А. П. Садчиков. – М. : Макс – Пресс, 2007. – 22 с.

9. Субботина Ю. М. Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса естественными биоценозами. Монография / Ю. М. Субботина. – М. : РГСУ, 2012. – 120 с.
10. Субботина Ю. М., Смирнова И. Р., Виноградов В. Н., Мазур А. В., Чистова Л. С., Лесина Т. Н. // Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов, ферм и птицефабрик с помощью адаптированного комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыбы // Изобретение № 2140735 Cl 6A 01 K 61/00 C 02 F приоритет. 13.01.98. Бюл. № 31 10.11.1999. Зарегистрировано 10.11.1999.
11. Субботина Ю. М., Смирнова И. Р., Мазур А. В., Куликов А. С., Домбровская Л. В., Лесина Т. Н., Меркурьев В. С., Тюрин В. Г. Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов // РАСХН, ВНИИВСГЭ, 1999. – 41 с.
12. Сушня Л. М. Количественные закономерности питания ракообразных / Л. М. Сушня. – Минск, 1976. – 208 с.
13. Тарасов Е. А., Серветник Г. Е. Заключительный отчет по теме 02.03 Разработать биотехнологию выращивания карпа и растительноядных рыб в очистных водоемах животноводческих комплексов» / ВНИИР, пос. Воровского, 1980.
14. Телитченко М. М. Задачи гидробиологических исследований в условиях комплексного использования водных ресурсов / М. М. Телитченко // Гидробиологический журнал. – 1992. – Т. 8. – № 3. – С. 15–22.
15. Телитченко М. М. О возможности управления процессами самоочищения биологическими методами / М. М. Телитченко // Теория и практика биологического самоочищения. – М. : Наука, 1976. – 240 с.

УДК 631.544.4:666.973.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КЕРАМЗИТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОМАТОВ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Веремейчик Лариса Антоновна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, УО *Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, г. Минск, bzhd@belstu.by*

Герасимович Леонид Степанович, академик НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, ГНУ «Институт Энергетики НАН Беларуси», *Республика Беларусь, г. Минск, leonger@tut.by*

Корнеобитаемые среды (субстраты) из керамзита промышленного производства мелкой фракции (3–5 мм) при непрерывной эксплуатации в течение четырех лет имеют преимущество перед импортной минеральной ватой, заменяемой каждые 2 года. Первоначально инертный субстрат с течением времени под влиянием выделений корневой системы и питательного раствора преобразуется в сложную систему, претерпевающую дальнейшие изменения в зависимости от происхождения и свойств субстратов.

Ключевые слова: промышленный керамзит, минеральная вата, теплицы, защищенный грунт, томаты, свойства, малообъемная технология.

USE OF INDUSTRIAL EXPANDED CLAY FOR PRODUCTION OF TOMATOES IN THE CONDITIONS OF THE PROTECTED SOIL

Veremejchik L. A., Gerasimovich L. S.

Root-inhabited environments (substrate) of expanded clay of industrial production of small fraction – 3–5-mm at continuous operation within four years have advantage before the import mineral wool replaced each 2 years. Originally inert substratum under the influence of allocations of root system and nutritious solution will be transformed eventually to the difficult system undergoing further changes depending on origin and properties of substrate.

Keywords: industrial expanded clay, mineral wool, greenhouses, sheltered ground, tomato, properties, small-volume technology.

Одним из направлений инновационного развития тепличного комплекса Республики Беларусь является ускоренное внедрение энергоэффективных и экологически безопасных

технологий, повышение качества и расширение экспорта продукции. Благодаря инновационному развитию тепличного овощеводства республики, внедрению малообъемной технологии возделывания овощных культур за последние годы объемы производства возросли в два раза. В 2016 г. площадь современных зимних теплиц составляла более 244 га, в которых произведено 46 тыс. т огурцов, 61 тыс. т томатов и 1,14 тыс. т прочих овощных культур (баклажан, перец, салаты, сельдерей, укроп, петрушка и др.). Средняя урожайность овощей в 2016 г. составила более 40 кг/м², в том числе огурцов больше 42 кг/м², томатов – почти 50 кг/м², перedовые агропредприятия получают более 60 кг/м² овощей. Республика Беларусь вышла на ежегодное выращивание тепличных овощей в объеме более 108 тыс. т, или больше 11 кг на одного жителя.

К приоритетным направлениям развития тепличного овощеводства относится малообъемная технология выращивания овощных культур с применением интегральной системы капельного полива. Главными преимуществами данной технологии являются повышение в 2–3 раза урожайности овощей и снижение на 30–40 % удельных энергозатрат [1].

Важным элементом малообъемной технологии, определяющим формирование урожайности овощей, является корнеобитаемая среда (субстрат). В основном в качестве субстратов в тепличных комбинатах Беларуси используется импортная минеральная вата, закупаемая за валютные средства. Для реализации государственной программы по импортозамещению проводились исследования по замене дорогостоящей минеральной ваты, требующей утилизации после одного-двух лет использования, на минеральные субстраты из минеральных материалов отечественного производства – керамзит. Использование данных субстратов имеет ряд преимуществ: они значительно дешевле минеральной ваты, гигиеничны в работе, легко утилизируются, их можно дольше использовать.

Керамзит – вспученный пористый материал, получаемый в основном при обжиге легкоплавких горных пород (глин, сланцев и др.). Целенаправленный и управляемый процесс его получения из глины был открыт только в конце XIX века. Первый патент на изготовление с экономической и технической точки зрения полезного керамзита был выдан в 1918 г. в Соединенных Штатах Америки, с 1944 г. в большом объеме этот материал изготавливается в Дании.

Поскольку керамзит изготавливается из глины в печах при очень высокой температуре, этот способ производства определяет специфические особенности материала – шарики керамзита наполнены крошечными пузырьками с воздухом, что придает этому субстрату чрезвычайную легкость. Использование керамзита обеспечивает оптимальное поступление кислорода к корням и сохранение необходимой влажности, эти свойства позволяют использовать его в качестве субстрата, который большинство опытных специалистов считает лучшим материалом для этих целей. Наряду с вышеописанными положительными качествами керамзит отличается еще и низкой стоимостью.

В зависимости от формы, внешнего вида и технологического процесса производства керамзит подразделяется на фракции в зависимости от размера гранул. В наших исследованиях, проводимых в производственных условиях в тепличных комбинатах, использовался керамзит мелкой фракции – 3–5 мм. В процессе исследований установлено, что первоначально инертный субстрат с течением времени под влиянием выделений корневой системы и питательного раствора преобразуется в сложную систему с характерными химическими, агрофизическими и биологическими свойствами, претерпевающую дальнейшие изменения, скорость прохождения которых зависит от происхождения и свойств субстратов.

Различия в валовом химическом составе субстратов свидетельствуют о химических преобразованиях в процессе их эксплуатации, зависят от их минералогического состава. Основными соединениями субстратов из керамзита, как и минеральной части почвы, являются оксиды: кремния – 55,3 %, алюминия – 16,9 и железа – 10, 5 %. Суммарное содержание оксидов кремния и железа за пятилетний период использования данных корнеобитаемых сред уменьшилось примерно на 2 %, валовое содержание оксидов алюминия за этот период, напротив, возросло с 16,9 до 18,4 %. Это обусловлено постепенным

разрушением структуры субстратов, более глубокие химические изменения связаны с выносом растениями продуктов разрушения.

Валовое содержание фосфора в минеральных субстратах увеличивалось в результате постоянного взаимодействия между их твердой фазой и питательным раствором, так как поглощенные фосфаты могут усваиваться растениями и восстанавливаться до прежнего уровня. Содержание валового калия убывало с течением времени, что связано с разрушением кристаллической решетки минеральных соединений и перехода некоторого количества калия из необменного состояния в обменное. В процессе использования в корнеобитаемых средах увеличивалось количество валового кальция и магния. В субстратах из керамзита отмечалось накопление серы, что связано с увеличением в них с течением времени содержания органических веществ. Потери при прокаливании, отражающие долю органического вещества, также значительно увеличивались, за пятилетний период их количество в керамзите возросло с 0,18 до 2,23 % соответственно.

Исследованиями установлено, что сумма поглощенных оснований, емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями также изменялись. Первоначально в субстрате из керамзита емкость катионного обмена составляла 14,4 мэкв/100 г материала, степень насыщенности основаниями была на 3–4 % меньше. По мере использования субстрата из керамзита в его коллоидной фракции наблюдалось незначительное снижение суммы поглощенных оснований и емкости катионного обмена, степень насыщенности основаниями оставалась достаточно высокой (95–98 %).

В исследованиях определялись параметры изменения подвижных соединений фосфора и калия в процессе использования минеральных субстратов. В отечественных субстратах из керамзита к концу пятого года эксплуатации практически в 5 раз увеличивалось количество фосфора. Содержание подвижного калия также постепенно возрастало, его количество через пять лет увеличилось в керамзите с 796 до 2030 мг/кг субстрата. В импортной минеральной вате значительно больше накапливался фосфор и калий по сравнению с керамзитом уже через год ее использования.

Установлено, что агрофизические свойства корнеобитаемых сред косвенно влияют на питание растений путем изменения условий увлажнения и аэрации. В процессе пятилетнего использования прочность и плотность твердой фазы субстрата из керамзита снижалась незначительно, показатели плотности сложения в течение пяти лет снизились с 0,51 до 0,41 г/см³. Для сравнения следует заметить, что параметры прочности и плотности твердой фазы минеральной ваты были наименьшими и оказались равными 0,04–0,09 и 1,37–1,48 г/см³ соответственно. Во всех минеральных субстратах после пятилетнего использования содержание твердой фазы снижалось. Минеральные корнеобитаемые среды характеризовались высокой пористостью, максимальная – 94,0–97,0 % у минеральной ваты и 80,4–84,0 % у керамзита, что не способствует достаточному обеспечению растений водой и растворенными в ней элементами питания.

Таким образом, для оптимизации питания томатов, возделываемых на различных минеральных субстратах, необходимо проводить ежегодные агрохимические анализы по содержанию в них подвижных соединений фосфора и калия и, с учетом полученных данных, корректировать состав питательного раствора по фазам развития томатов.

С учетом изменения свойств корнеобитаемых сред разработана система питания томатов, включающая различные составы питательного раствора и дозы полива. Применение этой системы позволяет получать урожай томатов на субстратах из керамзита не ниже, чем на минеральной вате, а также равноценное, а по некоторым показателям более высокое качество плодов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веремейчик Л. А. Питание, продуктивность и качество томатов на минеральных субстратах в малообъемной технологии выращивания: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Л. А. Веремейчик; Бел. гос. аграр. техн. ун-т. – Минск, 2008. – 42 с.

ВЛИЯНИЕ ЗАПАШКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА И КУКУРУЗЫ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

Колесникова Марина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А. Л. Мазлумова», п. ВНИИСС, *Россия, Воронежская область, Рамонский район, п. ОПХ ВНИИСС*, д. 86, emarvlad@mail.ru

В 2015–2016 г. в полевом опыте установили, что совместная запашка растительных остатков подсолнечника и кукурузы с целлюлозолитическим микромицетом *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016, азотом и питательной добавкой оказывает положительное влияние на структуру микробного сообщества чернозёма выщелоченного, стимулируя жизнедеятельность микрофлоры, участвующей в формировании эффективного и потенциального плодородия почвы.

Ключевые слова: аборигенный штамм целлюлозолитического микромицета, биологическая активность, щелочногидролизующий азот.

INFLUENCE OF PLOWING OF CROP RESIDUES OF SUNFLOWER AND CORN ON SOME INDICATORS OF FERTILITY OF LEACHED CHERNOZEM

Kolesnikova M. V.

In 2015–2016, a field experiment found that the joint plowing of crop residues of sunflower and maize with a cellulolytic micromycete *Humicola fuscoatra* VNISS 016, nitrogen and nutrient additive has a positive influence upon structure of microbial community of leached chernozem by stimulating vital activity of microflora which participates in formation of effective and potential soil fertility.

Keywords: native strain of cellulolytic micromycete, biological activity, alkaline-hydrolyzable nitrogen.

Одной из составляющих эффективного ведения земледелия является создание бездефицитного баланса органического вещества в почве, что может быть обеспечено внесением органических удобрений. Поступление в почву послеуборочных и пожнивных растительных остатков культур-предшественников, таких как подсолнечник и кукуруза, позволяет частично вернуть вынесенные элементы [2]. Однако процесс полной минерализации растительных остатков кукурузы и подсолнечника в полевых условиях проходит в течение 2–3 лет. Таким образом, поступление элементов питания в почву сильно растянуто во времени. Поэтому возникает вопрос быстрой утилизации послеуборочных остатков подсолнечника и кукурузы. Ускорить этот процесс можно с помощью специализированных микроорганизмов и использования дополнительных компонентов для активизации их жизнедеятельности и закрепления на субстрате.

Полевые опыты были заложены на новом опытном поле ВНИИСС в 2015–2016 гг. Осенью послеуборочные остатки подсолнечника и кукурузы задисковали. Затем внесли целлюлозолитический микромицет, питательную добавку и минеральный азот. Микромицет штамма *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 использовали в виде инокулюма, который готовили путем компостирования питательного субстрата, согласно методу инфицирования почвы [1]. В качестве питательной добавки (ПК) использовали патоку (мелассу) в разведении (1:1000) с водопроводной водой. ПК вносили с помощью ранцевого опрыскивателя из расчета 200 л/га рабочего раствора. В качестве источника азота использовали удобрения азофоску и аммиачную селитру из расчета 5 кг действующего вещества на тонну субстрата. Минеральное удобрение вносили вручную. Провели зяблевую вспашку.

Численность почвенных микроорганизмов учитывали методом посева почвенной суспензии различной степени разведения на селективные питательные среды [4]. Щелочногидролизующий азот определяли по Корнфильду [3].

Результаты исследований показали, что после запашки послеуборочных остатков кукурузы совместно с микромицетом и аммиачной селитрой численность зимогенной микрофлоры

ры была максимальной в мае и составила 60,9 млн КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы (а. с. п.), что выше по сравнению с другими вариантами в 3 и более раз. Аналогичная ситуация сложилась при заделке остатков подсолнечника с теми же компонентами.

Запашка послеуборочных остатков кукурузы и подсолнечника с микромицетом, минеральным удобрением и ПК привела к снижению численности микроорганизмов, принимающих участие в деструкции гумусовых веществ, по сравнению с контролем.

Соотношение численности зимогенной и автохтонной микрофлоры показало, что процесс гумификации проходит на более высоком уровне при разложении послеуборочных остатков под влиянием микромицета с азофоской. Причём, деструкция остатков подсолнечника происходит быстрее, чем кукурузы, что подтверждается высоким значением коэффициента гумификации – ($K_{гум}$) в мае составил 41,0, а при внесении кукурузы – 17,9, что выше практически в 2 раза. Разложение остатков кукурузы пролонгировано и максимума процесс гумификации достиг лишь к сентябрю, где $K_{гум}$ составил 43,3, что косвенно подтверждает высокий уровень процесса гумификации в этот период.

Благодаря бинарному консорциуму между целлюлозолитическими и азотфиксирующими микроорганизмами, численность последних увеличивалась в вариантах с внесением в почву микромицета *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016. В начале вегетационного периода численность диазотрофов была максимальной после заделки послеуборочных остатков кукурузы в комплексе с микромицетом, ПК и аммиачной селитрой. По сравнению с контролем их численность увеличилась в 7 раз. Численность диазотрофов в этом варианте оставалась максимальной до конца вегетационного периода.

Результаты проведённых анализов показывают, что после заделки растительных остатков в начале вегетационного периода содержание щелочногидролизуемого азота в почве снизилось по сравнению с контролем: при заделке кукурузы – на 13,9, а подсолнечника – на 5,0 мг/кг почвы. Объясняется это процессом иммобилизации азота микроорганизмами в процессе разложения послеуборочных остатков кукурузы и подсолнечника.

При внесении остатков с дополнительными компонентами отмечено увеличение содержания щелочногидролизуемого азота в почве. Наибольшее его содержание в почве установлено после заделки растительных остатков совместно с *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 в комплексе с минеральным удобрением и ПК. Если рассматривать источник азота, то лучшим выступает аммиачная селитра, где содержание щелочногидролизуемого азота в почве было максимальным на протяжении всего периода вегетации. При использовании кукурузы его содержание в среднем за вегетацию составило от 197–190 мг в 1 кг почвы, а при внесении остатков подсолнечника в среднем за вегетацию выросло до 210 мг в 1 кг почвы.

Таким образом, внесение целлюлозолитического микромицета штамма *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 совместно с питательной добавкой и минеральным удобрением для ускорения деструкции послеуборочных остатков кукурузы и подсолнечника, способствует росту численности агрономически ценной микрофлоры почвы. В результате этого возрастает содержание щелочногидролизуемого азота в почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инфекционные фоны в фитопатологии / ред. Ю. Н. Фадеева. – М. : Колос, 1979. – 206 с.
2. Новиков А. А. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах / А. А. Новиков // Научный журнал КубГАУ, 2012. – № 78. – С. 20–24.
3. Соколов А. В. Агрохимические методы исследования почв / А. В. Соколов. – М. : Колос, 1975. – 215 с.
4. Теппер Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – М. : Дрофа, 2004. – 255 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Жук Дарья Александровна, аспирант, Московский политехнический университет, *Россия*, г. Москва, daria.zhuk@mail.ru

Систер Владимир Григорьевич, профессор, доктор технических наук, чл.-корр. РАН, Московский политехнический университет, *Россия*, г. Москва

Тарчигина Нелли Федоровна, кандидат технических наук, доцент, Московский политехнический университет, *Россия*, г. Москва

Данная работа является результатом подведения некоторых итогов исследований, представленных на предыдущей конференции по рассмотрению способов снижения негативного воздействия ливневого стока на прилегающую территорию и позволяющих привести иловый осадок к безопасным нормам с целью его использования в качестве удобрений.

Ключевые слова: ливневые стоки, загрязняющие вещества, иловый осадок, коагуляционная обработка, флокулянты, нефтепродукты, иловая площадка.

USE OF SEWAGE SEDIMENTS FOR IMPROVEMENT OF SOIL FERTILITY

Zhuk D. A., Sister V. G., Tarchigina N. F.

This work is the result of summarizing some of the results of studies presented at the previous review conference on ways to reduce the negative impact of storm water flow to the surrounding area, and also allowing sludge to lead to safe standards for its use as fertilizers.

Keywords: storm sewage, contaminants, sludge, coagulation treatment, flocculants, oil products, sludge.

Введение. На сегодняшний день загрязнение ливневых стоков является одной из важных экологических проблем, поэтому исследование технологий, позволяющих снизить опасность ливневых стоков, является актуальной задачей.

Прохождение загрязненных вод через очистные сооружения сопровождается появлением илового осадка, количество которого постоянно накапливается и требует больших территорий для утилизации. В то же время иловые осадки городских сточных вод являются ценным органоминеральным удобрением, богатым азотом и усваиваемыми фосфатами, а также содержащим в себе широкий спектр микроэлементов, позволяющих улучшить почву.

Использование иловых осадков в качестве удобрений уменьшает кислотность почв и увеличивает содержание азота, гумуса и фосфора. Особенно благоприятно действует на кислые почвы осадок, обработанный известью. Однако в качестве удобрения можно использовать только те осадки сточных вод, которые предварительно были подвергнуты обработке.

Материалы и методы исследования. Составляющей частью практически всех технологий водоподготовки на очистных сооружениях является коагуляционная обработка воды для осаждения взвешенных веществ. Взвешенные вещества делают воду мутной и нарушают жизнедеятельность микроорганизмов, что отрицательно сказывается на биоценозе и процессах самоочищения.

Ранее были проведены исследования сравнительной эффективности коагулянтов – оксихлорида алюминия ($Al_2(OH)_5Cl$) и сульфата алюминия ($Al_2(SO_4)_3$), а также флокулянта – праестол 650 ($Na_2O \times mSiO_2 \times nH_2O$) – методом пробного коагулирования [2]. Аналитическое определение компонентов сточной воды осуществлялось спектрометрическим методом.

Главные достоинства оксихлорида алюминия ($Al_2(OH)_5Cl$) – экономичность: доза в 5 раз меньше, чем у сульфата алюминия, широкий диапазон pH, высокая степень коагуляции при низких температурах и простота в применении. Основные преимущества сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$ заключаются в низкой стоимости, а также в удобстве длительного хранения и транспортировки. Относится к легкорастворимым веществам, содержит активные трехвалентные соединения. Обладает эффективностью при уровне pH в диапазоне от 4,4 до 6.

Флокулянт праестол 650 ($\text{Na}_2\text{O} \times m\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$) в процессе коагуляции объединяет образовавшиеся хлопья во флоккулы. Эффективно работает в диапазоне pH от 1 до 14 при температуре от 0 до 100 °C.

Результаты исследования и обсуждения. Проведенными опытами было показано, что при дозировании сульфата алюминия (СА) значительно снижается водородный показатель воды и осаждается большее количество алюминия. При дозировании оксихлорида алюминия (ОХА) наблюдается снижение мутности и перманганатной окисляемости в связи с более эффективным хлопьеобразованием. При отстаивании без реагентов осаждение коллоидных веществ, происходит медленно с незначительным эффектом осветления (рисунок 1).

При анализе современных реагентов, были подобраны такие, которые позволяют при невысоких затратах проводить стабильную очистку с хорошими физико-химическими свойствами. Кроме того, учитывая, что в ливневых сточных водах присутствуют нефтепродукты, предлагается использование скиммеров – аппаратов, которые отличаются легкой установкой на существующий отстойник, возможностью автоматизировать процесс и, самое главное, обладают высокой эффективностью очистки от нефтепродуктов, понижая их конечную концентрацию до 0,1 %.

Таким образом, использование наиболее эффективных коагулянтов и установка дополнительного аппарата по очистке от нефтепродуктов поможет повысить качество стоков и чистоту илового осадка.

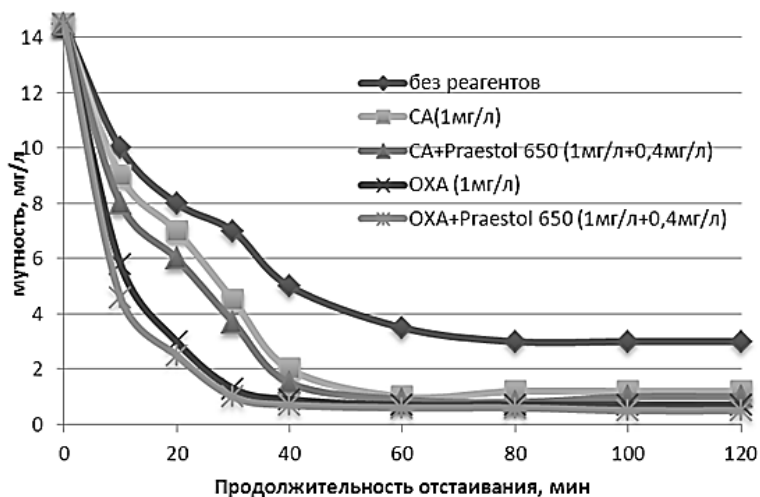


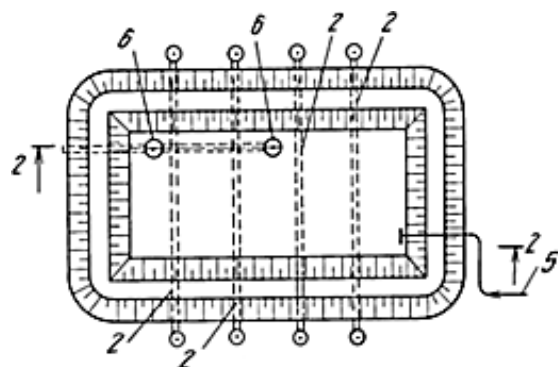
Рисунок 1 – Влияние вида и дозы на эффективность осветления воды

В процессе очистки воды при добавлении коагулянта образуются хлопья, которые осаждаются в отстойнике и образуют жидкий осадок. Наиболее простым и распространенным способом обезвоживания жидкого осадка сточных вод является его сушка на иловых площадках. После заполнения площадок обезвоживание иловой смеси до 80 % длится практически от 3 до 10 лет, в зависимости от конкретных климатических и гидрогеологических условий, конструктивных решений по удалению надильовых и дренажных вод.

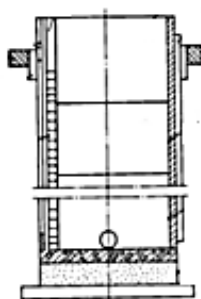
Наиболее распространенными являются иловые площадки с образованием иловых карт, которые имеют ряд недостатков: низкий эффект обезвоживания; необходимость отведения под них дополнительных территорий; большая трудоемкость в обслуживании подготовительных и погрузочно-разгрузочных работ. Процесс обезвоживания осуществляется только за счет фильтрования через вертикальные фильтрующие элементы, которые в процессе работы засоряются. Так как иловая площадка с образованием карт имеет недостатки, перечисленные выше, предлагается иловая площадка с ограждающей дамбой, обладающая рядом преимуществ (рисунок 2).

Такая иловая площадка имеет многократно увеличенную вместимость за счет увеличения высоты без расширения занимаемой территории. Интенсивный процесс обезвоживания идет за счет повышения давления жидкой фазы. Фильтрация происходит не только через

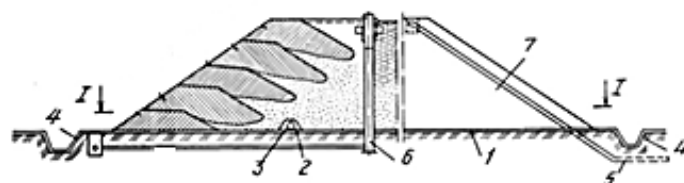
дренаж, но и через саму дамбу, наличие которой обеспечивает хранение осадка. Ликвидируются погрузочно-разгрузочные операции по перевалке подсушенного осадка на полигоны для его хранения и значительно упрощается обслуживание иловой площадки.



Иловая площадка в плане на момент устройства 1-го слоя дамбы



Водоотводящий колодец в разрезе



Вертикальный разрез площадки со схемой наращивания 5 слоев дамбы и, соответственно, высоты водоотводящих колодцев

Обозначения:

- 1 - водонепроницаемое основание;
- 2 - дренажные фильтрующие устройства типа "обратный фильтр";
- 3 - перфорированными водоотводящими трубами, снабженными съемными на концах заглушками;
- 4 - водоприемные лотки, расположенные по периметру площадки;
- 5 - трубопровод подачи жидкого осадка;
- 6 - водоотводящие колодцы для отведения нагретых вод;
- 7 - ограждающая дамба.

Рисунок 2 – Иловая площадка с ограждающей дамбой

Вывод. Применение вышеперечисленных способов позволит получить полностью обезвреженный и богатый полезными веществами сухой иловый осадок, который можно легко транспортировать и использовать как компонент минеральных удобрений, препаратов и составов для мелиорации и улучшения свойств почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гандурина Л. В. Очистка вод с применением синтетических флокулянтов : Монография / Л. В. Гандурина. – М. : «ДАР/ВОДГЕО», 2007. – 198 с.
2. Жук Д. А. Направление очистки промышленных сточных вод от проникновения загрязняющих веществ в грунтовые воды и почву / Д. А. Жук, Н. Ф. Тарчигина // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : Сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. экол. конф. Кубанский ГАУ. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 571–574.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ВИНОГРАДАРСТВА И ВИНODEЛИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Аристова Надежда Ивановна, кандидат технических наук, ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» РАН», Россия, Республика Крым, г. Ялта, akademik_n@mail.ru

Бейбулатов Магомедсайгит Расулович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» РАН», Россия, Республика Крым, г. Ялта, agromagarach@mail.ru

Дрягин Валерий Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» РАН», Россия, Республика Крым, г. Ялта

Предложены пути решения экологических проблем за счет утилизации отходов виноградарства и виноделия. Показана целесообразность переработки нетрадиционных источников сырья, вторичных продуктов виноградовинодельческой отрасли с целью получения инновационных продуктов (компостов, органических удобрений и др.), применение которых позволит улучшить почвенный покров агроландшафтов садов, виноградников и повысить их продуктивность.

Ключевые слова: зеленые побеги, лоза; вторичные продукты виноделия; органические удобрения; калий; азот; фосфор; утилизация; компост; агротехнические мероприятия; агроландшафт; экологические проблемы.

PROCESSING VINIVITICULTURAL WASTE TO OBTAIN VARIOUS INNOVATIVE PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

Aristova N. I., Beibulatov M. R., Dryagin V. B.

Below we suggest some ways to address environmental challenges by means of processing viniviticulatural waste. The paper demonstrates the expediency of processing non-traditional sources of raw materials and secondary products of the wine-growing industry with the aim of obtaining innovative products (composts, organic fertilizers, etc.), the use of which will improve the soil cover of agro landscapes in the orchards and vineyards and increase their productivity.

Key words: green shoots; grapes; vine; secondary products of winemaking; organic fertilizers; potassium; nitrogen; recycling; compost; agrotechnical measures; agrolandscape; environmental challenges.

Введение. На современном этапе одной из основных задач является рациональное использование сырьевых и других материальных ресурсов во всех отраслях производства. Важную роль при этом принадлежит внедрению в производство инновационных, малоотходных и безотходных технологий, обеспечивающих комплексную переработку различных видов сырья и вторичных материальных ресурсов с соблюдением экологических требований защиты окружающей среды. В настоящее время в Молдове, Украине, России и других странах СНГ виноградную лозу после обрезки кустов переносят за границы виноградных насаждений и сжигают, что наносит вред окружающей среде и вместе с лозой из каждого гектара виноградника выносятся 10–14 кг азота, 6–8 кг фосфора, 12–15 кг калия, теряется весь накопленный энергетический потенциал годового прироста биомассы кустов [1].

В связи с тем, что виноград как монокультура выращивается на одном месте до 30 лет, поэтому необходимо внесение удобрений на виноградниках. Институтом «Магарах» разработана инновационная технология утилизации обрезков лоз винограда [1], позволяющая уменьшить расход удобрений за счет использования перегнившей измельченной лозы.

Также известно, что винная кислота (ВК) является сырьем для производства разнообразной продукции и используется в пищевой, медицинской, химической промышленности. Однако потребность в ней удовлетворена лишь на 60 %. Интересен факт, что виноград – единственное растение, накапливающее значительные количества ВК: в 1 кг молодых листьев и стеблей может содержаться от 12 до 50 г ВК [7]. Кроме того, источником получения ВК являются продукты переработки винограда, в основном дрожжевые и гущевые осадки (до 80–90 %), а также коньячная барда и выжимки [4].

В связи с вышеизложенным показано, что поиск новых нетрадиционных источников сырья для получения дефицитной винной кислоты – отхода виноградарства, проведение глубоких исследований вторичных продуктов виноделия (ВПВ), а также создание на этой научной основе инновационных продуктов (компостов, органических удобрений, брикетов) с богатым содержанием азота, фосфора, калия, микроэлементов, биологически активных веществ для улучшения почвенного покрова агроландшафтов садов, виноградников и повышения их продуктивности, решения экологических проблем является актуальным.

Целью исследований являлась разработка технологий, позволяющих получить инновационные продукты, компосты, органические удобрения из нетрадиционных источников сырья, ВПВ, применение которых позволит улучшить почвенный покров агроландшафтов садов, виноградников, повысить их продуктивность, решить экологические проблемы.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись различные виды сырья виноградовинодельческой отрасли Республики Крым, РФ: лоза в различные периоды роста и развития виноградного растения; ВПВ. Зеленые побеги винограда, образующиеся после проведения агротехнических мероприятий (обломки, чеканки, пасынкования), лозу в различные периоды роста и развития подвергали предварительному измельчению, затем анализу согласно источнику [2]. Органические кислоты, фенольные вещества в объектах исследования определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [5].

Результаты исследований и их обсуждение. На основании многолетних исследований проведена комплексная оценка виноградного растения как источника ВК, биологически активных веществ с целью создания новых инновационных продуктов [3]. Учитывая значительную потребность в пищевых кислотах, что связано с широкой областью их применения, а также поиска дополнительных источников сырья для их получения и утилизации зеленых побегов, образующихся после агротехнических мероприятий, на основании проведенных исследований разработана технология производства виннокислой извести (ВКИ) из зеленых побегов винограда, внедренная в совхозе-заводе «Золотое поле» на территории Республики Крым, РФ [2].

Данная технология показала, что выход ВКИ 1 сорта из 1 т нетрадиционного сырья в 2,9 раза выше по сравнению с виноградной выжимкой (в пересчете на 100 % ВК) [2]. В виноградоперерабатывающей отрасли степень использования сырья составляет около 80 %. Так, при переработке 1 т винограда на сусло и вино образуется примерно 120 кг выжимки, 40 кг гребней и 4 дала дрожжевых осадков и других ВПВ [4, 6]. С целью рационального использования сырья сотрудниками института «Магарач» была разработана технология комплексной переработки ВПВ с получением виноградного спирта, ВКИ, виноградных семян, кормовой муки, белкового корма и др. [4]. Однако простой вывоз на поля ВПВ, обладающих хорошими агробиологическими свойствами, невозможен без предварительного улучшения санитарных и структурных показателей, сбалансирования их составов по оптимальному содержанию калия, азота, фосфора, микроэлементов, pH среды. Поэтому институтом «Магарач» рекомендуется технология получения органических удобрений из вторичных продуктов виноградовинодельческих и водопроводно-канализационных хозяйств.

Разработанная технология включает измельчение, оптимальное смешение и совместное компостирование анаэробно-сброженных осадков биологической очистки стоков с виноградной лозой, выжимкой, гребнями и дрожжевыми осадками. Под действием температуры и содержания фенолов, в буртах интенсифицируются процессы гумификации и дегельминтизации, деструкции лозы и гребней. Полученные органические удобрения содержат все необходимые вещества для стабильного повышения плодородия, увеличения урожайности садов и виноградников на 25–40 % при их внесении [4, 6].

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Внедрение инновационной технологии механизированного сбора и измельчения обрезков лозы в производство позволит утилизировать ее после обрезки на виноградниках, уменьшить потребность в удобрениях на 20–25 %, снизить энергетические затраты в 1,5–2,0 раза и улучшить экологическое состояние окружающей среды.

2. Технология получения виннокислой извести из зеленой массы винограда позволит не только использовать отходы виноградарства – зеленые побеги – после агротехнических мероприятий, но и получить конечный целевой продукт (1 сорт), отвечающий требованиям действующего стандарта, в межсезонный период виноделия на имеющемся оборудовании

винзавода, что в свою очередь повышает не только коэффициент использования оборудования, но и в 2,9 раза выход ВКИ из единицы сырья (1 т) по сравнению с виноградной выжимкой (в пересчете на 100 % ВК).

3. Технология получения органических удобрений из вторичных продуктов виноградо-винодельческих и водопроводно-канализационных хозяйств позволит стабильно повысить плодородие, увеличить урожайность садов и виноградников на 25–40 % при их внесении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авидзба А. М. Инновационная технология утилизации обрезков лоз / А. М. Авидзба, М. Н. Борисенко, Н. А. Скориков, М. Р. Бейбулатов [и др.] // Виноградарство и виноделие : Сб. научн. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ» Магарац» РАН». – Ялта, 2012. – Т. XLVI. – Ялта, 2016. – С. 23–25.
2. Аристова Н. И. Разработка технологий получения пищевых кислот из винограда: автореф. дис. ... к. т. н.: спец. 05.18.07 – технология продуктов брожения, алкогольных и безалкогольных напитков / Н. И. Аристова. – Ялта, 1991. – 24 с.
3. Аристова Н. И. Комплексная оценка виноградного растения как источника получения пищевых кислот, биологически активных веществ и других продуктов функциональной направленности / Н. И. Аристова // Магарац. Виноделие и виноградарство. – № 3. – 2017. – С. 47–51.
4. Разуваев Н. И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия / Н. И. Разуваев. – М. : Пищевая промышленность, 1975. – 167 с.
5. Р 4.1. 1672-03 Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 184 с.
6. Справочник по виноделию / Под ред. Г. Г. Валуйко, В. Т. Косюры. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Симферополь : Таврида, 2005. – 588 с.
7. Cotea V. D. Tratat dejenologi – Bucuresti ed Ceres // Vinificatia si biocimia vinului. – 1985. – V. 1. – 624 p.

UDC 635.152.

ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА БАЗЕ БИОГУМУСА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ ОСТРОГО ПЕРЦА В УСЛОВИЯХ АРАРАТСКОЙ ДОЛИНЫ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Сарикян Карине Мироновна, кандидат сельскохозяйственных наук, Заведующий отдела по селекции и технологии пасленовых овощных культур Научного центра овощебахчевых и технических культур МСХ РА, Армения, 0808, ул. Д. Ладояна 38, с. Даракерт, Арагатского марза, Karuine_sarikyan@mail.ru

Саргсян Гаяне Жораевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Директор Научного центра овощебахчевых и технических культур МСХ РА, Армения, 0808, ул. Д. Ладояна 38, с. Даракерт, Арагатского марза Scvic49@mail.ru

Исследовали действие разных вариантов Биогумуса из органических отходов и Органического удобрения на базе биогумуса, полученных из отходов грибоводства армянско-норвежской организации “ОРВАКО”, на рост, развитие, урожайность и качество плодов острого перца. Результаты исследования показали, что у местного острого перца сорта Айккан гегецик (Армянский красивый) высокие показатели роста, развития, урожайности и качества плодов получены в вариантах применения Биогумуса из органических отходов, и Органического удобрения на базе биогумуса. Удобрения были внесены во время посадки рассады с двумя подкормками в течение вегетации из расчета 5 т на 1 га.

Ключевые слова: острый перец, органические отходы, биогумус, биологические особенности, хозяйственно ценные признаки.

THE STUDY OF THE IMPACT OF BIOHUMUS, DERIVED FROM ORGANIC WASTES AND ORGANOMIX, AN ORGANIC FERTILIZER, DERIVED FROM BIOHUMUS, ON THE BIOLOGICAL AND ECONOMICAL VALUABLE CHARACTERISTICS AND FEATURES OF HOT PEPPERS GROWN IN THE ARARAT VALLEY, ARMENIA

Sarikyan K. M., Sargsyan G. G.

We studied the impact of biohumus, derived from organic wastes, and Organomix, an organic fertilizer derived from biohumus, the two products of ORWACO, Armenian-Norwegian joint venture, on the growth, development and yield of hot peppers. The results of the studies demonstrate high indices of the growth, development, yield and crop quality of local hot pepper species Haykakan gegekik when fertilized by Organomix into seedingspits followed by biohumus double feeding (5 T for 1 ha) and when fertilized by biohumus into seedingspits followed by biohumus double feeding (5 T for 1 ha).

Keywords: hot peppers, organic wastes, biohumus, biological characteristics, economical valuable features

Introduction. Great importance is now being paid to the raw materials which are free of chemicals and to their quality improvement to provide the population with agricultural products. This issue can mainly be solved by the production of organic fertilizers and their use in farms where valuable vegetable crops are cultivated [4]. For this reason we have initiated tests with the use of the organic fertilizer derived from biohumus and biohumus derived from organic wastes on hot pepper crops.

Organomix, the new organic fertilizer derived from biohumus and biohumus, derived from organic wastes are produced by ORWACO, an Armenian-Norwegian company, and are provided by “Armenian Women for Health and Healthy Environment” NGO to the Scientific Center for the tests on hot pepper crops. ORWACO aims at transforming organic wastes into valuable organic fertilizers. Biohumus is derived from decontaminated compost, a by-product of mushroom farming. It is referred to as “Biohumus derived from organic wastes”. Biohumus is produced as a result of waste processing by Californian red worms and microorganisms. It is brittle, with pleasant smell and looks like black soil.

The chemical constituents of biohumus. Biohumus contains 53% of dry organic matter, 30-50% level of humidity, 1.8% of total nitrogen, 0.85% of total phosphorus, 0.72% of potassium, 6.4% of calcium, 0.67 % of magnesium. Besides, it contains almost all the microelements, as well as biologically active substances.

The mixed organic fertilizer, Organomix, is a mixture of biohumus, peat and compost. It is referred to as a “New organic fertilizer, derived from biohumus”.

Subject and methodology. The research was conducted within 2013-2014 period in the experimental household of Darakert community (the Ararat valley) of Scientific Center of Vegetable and Industrial Crops. Biohumus, derived from organic wastes and the new organic fertilizer, Organomix derived from biohumus, were the subject for research. The experiments with the aforementioned fertilizers under the conditions of the Ararat valley were conducted over a local selection of hot pepper called Haykakan gegekik, which is certified in the RA. The seeding of hot peppers was conducted in the second half of May by the planting plan /90-70/-20cm.

The phenological observations were carried out during the main phases of plant growth and development, the terms of overall germination, blossoming, fruiting and ripening were indicated.

The biometrical measurements were performed over 10 plants by measuring the bush height, the number of branches and their length. The number of leaves and crops, the average crop mass and crop length were measured. The crop mass was determined by weighing. The phenological observations, biometric measurements, plant disease resistance and crop weighing were performed by the “Vegetable and crop growing field experimental method” [1].

The experiment was carried out according to the “Methodological regulations of randomized block experimental design” of the World Vegetable Center [2].

Biochemical tests of crop overall productivity were carried out over ripe crops. Dry matter was estimated by weighing, the sugars by Bertrand’s and vitamin C by Murray’s methods [3].

The following samples were tested:

Samples	Activities
Tester	Without fertilization
I sample	Fertilized with Organomix into seeding pits followed by single feeding with biohumus (4.5 T for 1 ha)
II sample	Fertilized with Organomix into seeding pits followed by double feeding with biohumus (5 T for 1 ha)
III sample	Fertilized by biohumus, derived from organic wastes, into seeding pits followed by single feeding with biohumus (4.5 T for 1 ha)
IV sample	Fertilized by biohumus, derived from organic wastes, into seeding pits followed by double feeding with biohumus (5 T for 1 ha)
V sample	Fertilized by Organomix 20 and 40 days after seeding (4 T for 1 ha)
VI sample	Fertilized by biohumus, derived from organic wastes, 20 and 40 days after seeding (4 T for 1 ha)

Results and discussion. We studied and estimated the impact of different varieties of “New organic fertilizer, derived from biohumus” and “Biohumus, derived from organic wastes” on the biological and economical valuable characteristics and features of various species of hot peppers.

The results of the study demonstrate significant differences referring to blossoming, fruiting and ripening [Table 1].

Table 1 – The impact of the tested fertilizers on the biological characteristics of hot peppers

Samples	Overall germination dates	Days to germination-overall blossoming	Days to germination-overall maturity	Days to germination-technical ripening	Days to germination-biological ripening
Haykakan gecekik					
Tester	29.03	69	89	100	130
1	29.03	66	82	95	120
2	29.03	62	80	93	115
3	29.03	65	87	90	110
4	29.03	60	75	88	108
5	29.03	66	81	94	119
6	29.03	66	81	94	119

The number of days to germination-overall blossoming in the tested samples of Haykakan gecekik species was 62-69 days. Samples 4 and 2 of Haykakan gecekik species blossomed 9 and 7 days earlier in comparison with the tester of the same species grown without fertilizers (69 days). The same pattern was tracked in germination-overall maturity phase of Haykakan gecekik species with 75 and 80 days correspondingly regarding the same samples as in the previous phase. The number of days to germination-technical ripening or germination-first harvesting in the studied varieties of Haykakan gecekik species was 90-100 days. The number of days to germination-biological ripening in the studied varieties of Haykakan gecekik species was 108-130 days. Samples 4 and 2 had the best indices of biological characteristics.

During the studies we tracked the morphological indices of hot pepper crops within the period of seeding to the end of vegetation stage. The tested fertilizers did not have significant influence on the morphological properties. The plants did not catch diseases in different phases of growth and development. Samples 4 and 2 stood out in different phases by their vegetative growth and height. Samples 4 and 2 excelled by quantitative changes of vegetative and generative organs as a result of hot pepper respective studies. In the fruiting phase of these samples of hot pepper Haykakan gecekik species the following parameters were recorded: plant height – 60.7cm and 65.5cm, the total length of branches on one plant – 245.5cm and 265.7cm, the number of branches – 20.5 and 24.7, the number of leaves – 113.5 and 116.4.

The results of fertilizer studies [Table 2] demonstrated that the average yield of the samples of Haykakan gecekik species was 290.5-450.7 cwt/ha. All the samples had higher yield as compared to the tester. Sample 2 of Haykakan gecekik species demonstrated the highest crop yield of 450.7 cwt/ha, which exceeded the crop yield of the tester (290.5 cwt/ha) by 160.2 cwt/ha. Samples 2 and 4 stood out by the number of crops which is 30 and 27 in both cases. The average crop mass was 21.4–32.1 g in the tested samples. The crops of sample 2 had the highest average mass (32.1g). The

average crop length of the tested samples was 18.5–28.5cm. The crops of samples 2 and 4 stood out by their length which was 28.5cm and 27.3cm respectively.

Table 2 – The impact of the tested fertilizers on the yield and economically valuable features of hot peppers

Samples	Average yield, cwt/ha	Difference with the tester, cwt/ha	Number of crops on a single plant	Average cropmass, g	Crop length, cm
Haykakan gegecik					
Tester	290.5	-	20	21.4	18.5
1	340.3	49.8	23	23.1	24.3
2	450.7	160.2	30	32.1	28.5
3	335.1	44.6	23	23.5	24.3
4	415.5	125.0	27	28.5	27.3
5	410.2	119.7	25	26.7	26.4
6	400.1	109.6	25	26.5	26.4

Sx=3.2 %, LDS₀₉₅ 26.8 cwt/ha

Table 3 – The impact of the tested fertilizers on the qualitative parameters of hot peppers in technical and biological ripening phases of crops

Samples	Ripening phases	Content in crops		
		Dry matter, %	Sugars, %	Vitamin C, %
Haykakan gegecik				
Tester	1*	6.4	1.5	52.4
	2**	8.1	1.9	71.2
1	1*	6.5	1.9	63.2
	2**	8.5	2.0	73.5
2	1*	7.1	2.3	69.4
	2**	12.5	2.5	91.2
3	1*	6.5	1.9	63.2
	2**	9.2	2.0	85.4
4	1*	7.0	2.0	68.3
	2**	11.4	2.4	84.5
5	1*	7.0	2.0	67.4
	2**	9.2	2.1	84.5
6	1*	7.0	2.0	67.8
	2**	9.3	2.1	85.1
1* - technical ripening phase 2 ** - biological ripening phase				

The studied samples differ in their qualitative parameters as well [Table 3]. In the phase of the technical ripening the crops of Haykakan gegecik species had 6.4-7.1% of dry matter, 2.5-3.2 % of sugars, 52.40-69.45mg% of vitamin C. The qualitative parameters are the same as those determined for hot pepper [4]. Samples 4 and 2 stood out by their high qualitative parameters.

Conclusion. The results of the study demonstrated high indices of growth, development, yield and crop quality of local species of hot peppers when fertilized by Organomix into seeding pits followed by double feeding with biohumus (5 T for 1 ha) and when fertilized by biohumus, derived from organic wastes, into seeding pits followed by double feeding with biohumus (5 T for 1 ha).

REFERENCES

1. V. F. Belik, O. A. Bondarenko- Methods of field experiments of gardening and vegetable growing. – M., – 1979.
2. Dolores R. Ledesma – Experimental Design, Analysis of Variance IRRISTAT, AVRDC, 2006
3. Peterburgski V. F. –Agroximical practicum. – M., 1956.
4. Sarikyan K., Sargsyan G. The results of the researches of varieties and hybrids of hot pepper (chilli) imported from collection of the World Vegetable Center (AVRDC) in conditions of Ararat plain of the RA. Yerevan //Agrosciensis, 9–10, Yerevan, Armenia, 2012. – P. 553–557.

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Ильинский Андрей Валерьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», Мещерский филиал, *Россия*, Рязань, пос. Солотча, ул. Мещерская, 1а, vniigm@vniigm.ryazan.ru

Данчеев Дмитрий Владимирович, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», Мещерский филиал, *Россия*, Рязань, пос. Солотча, ул. Мещерская, 1а, vniigm@vniigm.ryazan.ru

Одним из перспективных вариантов переработки органических отходов урбанизированных территорий (ООУТ) является их использование в качестве исходного субстрата при создании инновационных multifunctional комплексных мелиорантов пролонгированного действия. Рассмотрены приемы утилизации ООУТ, позволяющие нейтрализовать их негативное воздействие на окружающую среду и получить товарный продукт, пригодный для мелиорации почв.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, бытовые отходы, компостирование, мелиорант, органические отходы, органическое вещество, переработка отходов, почвы, урбанизация, урожайность, экология.

BASIS FOR USE OF ORGANIC WASTE OF URBANIZED TERRITORIES FOR RESTORATION OF SOIL FERTILITY

Ilyinsky A. V., Dancheyev D. V.

One of the promising options for processing organic waste of urbanized areas (OWUA) is their use as a source substrate for the creation of innovative multifunctional complex ameliorants of prolonged action. The ways of utilization of OWUA, allowing to neutralize their negative impact on the environment and to obtain a commodity product, suitable for a soil development, are considered.

Keywords: anthropogenic load, household waste, composting, meliorant, organic waste, organic matter, waste treatment, soils, urbanization, yield, ecology

В России доля городского населения составляет 73 %, при этом на каждого городского жителя приходится 1–1,4 м³ в год твердых бытовых отходов (ТБО). Практически весь этот объем размещается на полигонах ТБО, санкционированных и несанкционированных свалках, и только 4–5 % утилизируется иными способами из-за отсутствия как необходимой инфраструктуры, так и самих предприятий-переработчиков. В стране ежегодно увеличиваются объемы бытовых отходов, при этом территориальные возможности для их захоронения уменьшаются [5]. Основная цель, связанная с утилизацией отходов, заключается в снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду и нормализация экологической ситуации. Сейчас в России тоже активно разрабатываются проекты, направленные на улучшение экологической ситуации в области обращения с ТБО [3].

В мировой практике переработка отходов урбанизированных территорий осуществляется по трем основным направлениям: переработка на высокотехнологичных предприятиях в биогаз, используемый в дальнейшем для выработки электроэнергии; термическое обезвреживание отходов, также требующее строительства крупных инновационных мусоросжигательных заводов; переработка во вторичное сырье, в частности, использование в качестве источника органического вещества при решении вопросов озеленения парков и скверов, восстановления плодородия деградированных сельскохозяйственных земель [2, 6].

В настоящее время в связи с интенсивным использованием в сельском хозяйстве земель и дефиците внесения в них органических удобрений происходит утрата почвенного плодородия, и в первую очередь ухудшение структуры почвы, уменьшение содержания в них гумуса и способности противостоять техногенному прессингу [4, 7, 8]. Наиболее рациональным и сравнительно дешевым способом утилизации ООУТ является их компостирование, позволяющее нейтрализовать негативное воздействие отходов на окружающую среду и вме-

сте с тем получить ценнейший продукт и источник органического вещества для почвы, применяемый при восстановлении плодородия длительно используемых и деградированных почв земель сельскохозяйственного назначения. Состав готового компоста варьирует в зависимости от исходного сырья и содержит следующие компоненты: органическое вещество 75–80 %; углерод 8–50; азот 0,4–3,5; фосфор 0,1–1,6; калий 0,4–1,6; кальций (в виде СаО) – 0,7–1,5. Важным аспектом является также практически полная непатогенность компоста, внесение которого рекомендуется, в зависимости от климатических и почвенных условий, осуществлять 1 раз в 3–4 года из расчета 8–15 т/га [1].

Одним из перспективных вариантов переработки ТБО, и в частности, ООУТ, является их использование в качестве исходного субстрата при создании инновационных multifunctional комплексных мелиорантов пролонгированного действия с заданными свойствами для решения определенных эколого–мелиоративных задач. Данное направление представляет особый интерес, поскольку, помимо решения экологических вопросов утилизации таких отходов, позволяет решать вопросы восстановления плодородия длительно используемых деградированных и подверженных техногенному загрязнению почв, повышения устойчивости к антропогенному воздействию рекреационных и селитебных земель, что особенно важно при сбалансированном решении социально-экономических задач, сохранении благоприятной окружающей среды и почвенных ресурсов страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов Д. В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования : учебное пособие / Д. В. Виноградов, А. В. Ильинский, Д. В. Данчеев. – Рязань : ФГБОУ ВО РГТУ, 2017. – 128 с.
2. Данчеев Д. В. К проблеме использования органических отходов урбанизированных территорий при решении вопросов рационального природопользования / Д. В. Данчеев, А. В. Ильинский // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК : Материалы междунар. науч.-практ. конференции – М. : Изд. ВНИИГиМ, 2017. – С. 184–187.
3. Ильинский А. В. Перспективы использования органических отходов урбанизированных территорий в решении эколого-мелиоративных задач / А. В. Ильинский, Д. В. Данчеев // Современные энерго-и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : сб. трудов науч. чтений под ред. Ю. А. Мажайского. – Вып. 13. – Рязань : ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2017. – С. 161–164.
4. Кирейчева Л. В. Обоснование использования удобрительно–мелиорирующей смеси на основе торфа и сапропеля для повышения плодородия деградированных почв / Л. В. Кирейчева, А. В. Нефедов, К. Н. Евсенкин, А. В. Ильинский, Д. В. Виноградов, Н. А. Иванникова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 3 (31). – С. 12–17.
5. Малышевский А. Ф. Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России / А. Ф. Малышевский // Доклад Федеральной службе по надзору в сфере природопользования. – М., 2012.
6. Методические рекомендации по мероприятиям для предотвращения и ликвидации загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами. М. : ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2005. – 72 с.
7. Практика рекультивации загрязненных земель / Под ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГТУ, 2012. – 604 с.
8. Сельмен В. Н. Перспективы использования органоминеральных удобрений, полученных на основе осадков сточных вод / В. Н. Сельмен, А. В. Ильинский // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК : Материалы междунар. науч.-практ. конф. – М. : Изд. ВНИИГиМ, 2017. – С. 225–228.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Ильинский Андрей Валерьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», Мещерский филиал, **Россия**, Рязань, пос. Солотча, ул. Мещерская, 1а, vniiigm@vniiigm.ryazan.ru

Сельмен Вадим Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», Мещерский филиал, **Россия**, Рязань, пос. Солотча, ул. Мещерская, 1а, vadim.selman@mail.ru

Решать задачи в области экологии, а также восстановления деградированных и техногенно загрязнённых земель с учетом региональной специфики позволит разработка инновационной технологии получения и использования комбинированных многофункциональных органоминеральных мелиорантов пролонгированного действия на основе осадков сточных вод урбанизированных территорий.

Ключевые слова: деградированные земли, органоминеральные удобрения, комбинированный мелиорант, осадок сточных вод, почвы, сельское хозяйство, структурообразователи, экология.

SOME ASPECTS OF APPLICATION OF WASTEWATER SEDIMENTS FOR REHABILITATION DEGRADED LAND

Ilyinsky A. V., Selmen V. N.

To solve problems in the field of ecology, as well as restoration of degraded and technologically polluted lands, taking into account regional specifics, will allow the development of an innovative technology for obtaining and using combined multifunctional organomineral meliorants of prolonged action based on the sewage sludge of urbanized territories.

Key words: degraded lands, organomineral fertilizers, combined ameliorant, sewage sludge, soils, agriculture, structurants, ecology. *Key words:* degraded lands, organomineral fertilizers, combined ameliorant, sewage sludge, soils, agriculture, structurants, ecology.

В связи с интенсивным сельскохозяйственным использованием почв и дефиците внесения в них органических удобрений происходит утрата почвенного плодородия, ухудшение структуры почвы, уменьшение содержания гумуса и снижения устойчивости почв к техногену [3, 6, 7]. Недостаточный уровень плодородия наших полей объясняется снижением в процессе интенсивного сельскохозяйственного использования запасов гумуса, деградацией физико-механических свойств, несбалансированностью содержания макро- и микроэлементов, закислением почв. Как известно, уровень урожая определяет тот элемент, который находится в минимуме. Содержание различных макро- и микроэлементов в почвах подвержено значительным колебаниям. По регионам отмечается как избыточное, так и недостаточное содержание, в каждом случае их специфическое соотношение. Например, песчаные почвы и торфяники северной части Рязанской области и Мещерской низменности в целом имеют низкое содержание микроэлементов [1, 5, 8].

В общественном сознании должно сложиться твёрдое убеждение того, что вынесенное урожаем с поля органическое вещество, содержащее набор макро- и микроэлементов питания растений, должно, пройдя ряд биологических циклов, вернуться на поле полноценным органическим удобрением. Пока такое убеждение работает только для животноводства. Так, отмечается положительное действие длительного орошения сточными водами на эволюцию серых лесных почв [4]. Введение в состав минеральных и органических удобрений полимерных материалов позволяет конструировать почвы с заданными технологическими характеристиками, дающими возможность обеспечить устойчивость земледелия на объектах с повышенной техногенной нагрузкой [6]. Основная масса органических веществ, поступающих в города с продуктами питания, уходит со сточными водами. Поэтому важным резервом возвращения на поля органического вещества с находящимися в нём запасами макро и микроэлементов питания, позволяющим повысить плодородие деградированных земель и увели-

чить урожайность, могут стать осадки сточных вод урбанизированных территорий [9]. К настоящему времени на специально оборудованных площадках очистных сооружений скопились большие объемы ОСВ, наблюдается недостаток свободных площадей для их дальнейшего размещения [2, 9].

Появляется возможность остановить указанные выше процессы деградации земель и начать их восстановление на основе комплексного органоминерального мелиоранта пролонгированного действия, производимого на основе ОСВ, и получить экологический эффект от его удаления. Требуется рассчитать и насытить производимое на основе ОСВ органическое удобрение комплексом недостающих макро- и микроэлементов питания, позволяющим создать их оптимальное соотношение на поле предполагаемого внесения. В зависимости от кислотности почвы следует рассчитать дозы и добавить в комплексное удобрение известковые материалы, ввести в состав мелиоранта структурообразователи для улучшения физико-механических свойств. Результатом научно-исследовательской работы должна стать разработка инновационных технологий получения и использования на деградированных землях комплексного многофункционального органоминерального мелиоранта пролонгированного действия, позволяющего с учетом специфики каждого поля решать поставленные эколого-мелиоративные задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок П. И. Микроудобрения : Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Агропромиздат, 1990. – 272 с.
2. Виноградов Д. В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования : учебное пособие / Д. В. Виноградов, А. В. Ильинский, Д. В. Данчеев. – Рязань : ФГБОУ ВО РГТУ, 2017. – 128 с.
3. Данчеев Д. В. К проблеме использования органических отходов урбанизированных территорий при решении вопросов рационального природопользования / Д. В. Данчеев, А. В. Ильинский // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК. Материалы междунар. науч.-практ. конф. – М. : Изд. ВНИИГиМ, 2017. – С. 184–187.
4. Захарова О. А. Изменение направления эволюции серых лесных почв в результате длительного орошения сточными водами / О. А. Захарова, К. Н. Евсенкин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2011. - № 1 (9). – С. 39–42.
5. Ильинский А.В. Экологические основы природопользования : учебное пособие / А. В. Ильинский, Д. В. Виноградов, Д. В. Данчеев. – Рязань : ФГБОУ ВО РГТУ, 2017. – 128 с.
6. Меньшикова С. А. Особенности агротехники выращивания рукколы с применением вспененного карбамидоформальдегидного удобрения на мелиорируемых землях : Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. 06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель. – М., 2017. – 23 с.
7. Методические рекомендации по мероприятиям для предотвращения и ликвидации загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами. – М. : ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2005. – 72 с.
8. Практика рекультивации загрязненных и нарушенных земель / Под ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГТУ, 2013. – 452с.
9. Сельмен В. Н. Перспективы использования органоминеральных удобрений, полученных на основе осадков сточных вод / В. Н. Сельмен, А. В. Ильинский // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК : Материалы междунар. науч.-практ. конф. – М. : Изд. ВНИИГиМ, 2017. – С. 225–228.

ПОСТУПЛЕНИЕ В ПОЧВУ АКТИВНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СО СВЕЖИМ ПОДСТИЛОЧНЫМ НАВОЗОМ

Паутова Наталья Борисовна, кандидат биологических наук, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Россия, г. Пушкино, Московская обл., nakhodkanbz@mail.ru

Семенова Наталья Александровна, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Россия, г. Пушкино, Московская обл., nakhodkanbz@mail.ru

Лебедева Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Россия, г. Пушкино, Московская обл., nakhodkanbz@mail.ru

В лабораторном эксперименте определяли скорость разложения свежего подстилочного навоза крупнорогатого скота при постоянной температуре (22 °C) и влажности 80 вес. %. За 258 сут инкубации терялось около 22 % от $C_{орг}$, содержащегося в навозе. При инкубации с почвой разложение навоза возрастало в 1,3 раза в типичном черноземе и в 1,1 раза в серой лесной почве, но уменьшалось в 1,2 раза в дерново-подзолистой почве. Минерализуемый пул органического вещества навоза содержит 8 г C/100 г сухой массы и подразделяется на умеренно минерализуемую ($k_2=0,047 \text{ сут}^{-1}$) и трудно минерализуемую ($k_3=0,002 \text{ сут}^{-1}$) фракции.

Ключевые слова: навоз, почва, диоксид углерода, разложение, биокинетическое фракционирование.

INPUT OF ACTIVE ORGANIC MATTER WITH FRESH CATTLE MANURE TO THE SOIL

Pautova N. B., Semenova N. A., Lebedeva T. N.

Decomposition rate of fresh cattle manure was determined under constant temperature (22 °C) and 80 % weight moisture conditions in a laboratory experiment. After 258 days of incubation (22°C, 80% weight moisture) about 22 % of the C_{org} contained in the manure was lost. Manure decomposition (22°C, 30 % weight moisture) increased in 1.3 times in typical chernozem soil and 1.1 times in gray forest soil, but decreased in 1.2 times in sod-podzolic soil. Mineralizable pool of organic matter in manure contains 8 g C / 100 g of dry mass and is divided into moderately mineralizable ($k_2=0.047 \text{ day}^{-1}$) and hardly mineralizable ($k_3=0.002 \text{ day}^{-1}$) fractions.

Keywords: manure, soil, carbon dioxide, decomposition, biokinetic fractionation.

Использование навоза в сельскохозяйственном производстве – важное условие стабильного функционирования агроэкосистем, повышения их продуктивности и устойчивости [3–5]. Систематическое применение навоза препятствует потерям гумуса, а при определенных условиях повышает содержание в почве органического углерода [5], способствует изменению качественного состава почвенного органического вещества за счет увеличения доли химически подвижных, физически лабильных и биологически активных фракций [2, 6].

Целью работы было определить динамику разложения органического вещества (ОВ) навоза крупнорогатого скота (КРС) в течение компостирования и после смешивания его с разными почвами (дерново-подзолистой супесчаной, черноземом типичным тяжелосуглинистым, серой лесной среднесуглинистой), установить соотношение быстро и медленно минерализуемых компонентов в его составе, оценить эффективность обогащения исследуемых почв активным ОВ, содержащимся во внесенном навозе.

Исследования проводили в лабораторном опыте при контролируемых условиях температуры и влажности, определяли суточную скорость эмиссии C-CO₂ на газовом хроматографе КристалЛюкс–4000М и устанавливали кумулятивные размеры продукции C-CO₂. Содержание валового органического углерода ($C_{орг}$) в почве и в навозе определяли с помощью CNHS-анализатора (Leco 932, USA).

Как видно из данных, представленных в таблице 1, самое интенсивное выделение C-CO₂ из почвы и навоза происходило в течение первых трех суток инкубации. Отчетливая тенденция замедления скорости выделения C-CO₂ из унавоженных почв (в течение 3 мес) и

навоза (5 мес) свидетельствует о неравномерном разложении ОВ. К концу эксперимента скорость была примерно одинаковой во всех исследуемых образцах. На протяжении всего периода инкубации скорость выделения $C-CO_2$ из чернозема типичного была в среднем в 1,3 и 1,7 раза выше, чем из серой лесной и дерново-подзолистой почвы соответственно, а из унавоженных почв в 4,1 раза, чем из неунавоженных.

Таблица 1 – Скорость эмиссии $C-CO_2$ почвой и навозом, мг/100 г.

Вариант	Период инкубации, сут					
	3	21	63	91	162	258
1	1,66 ± 0,03	0,35 ± 0,01	0,16 ± 0,00	0,16 ± 0,00	0,15 ± 0,00	0,11 ± 0,00
2	5,51 ± 0,08	1,59 ± 0,01	0,73 ± 0,01	0,58 ± 0,02	0,54 ± 0,00	0,48 ± 0,00
3	2,58 ± 0,10	0,45 ± 0,02	0,16 ± 0,01	0,19 ± 0,00	0,18 ± 0,00	0,15 ± 0,01
4	7,04 ± 0,12	2,55 ± 0,04	0,87 ± 0,00	0,76 ± 0,00	0,61 ± 0,01	0,48 ± 0,00
5	3,23 ± 0,13	0,62 ± 0,04	0,21 ± 0,00	0,26 ± 0,00	0,23 ± 0,00	0,16 ± 0,00
6	9,93 ± 0,14	3,65 ± 0,08	1,00 ± 0,03	0,68 ± 0,01	0,64 ± 0,01	0,52 ± 0,01
7	131,9 ± 8,8	81,1 ± 2,5	35,5 ± 0,4	23,1 ± 3,2	17,9 ± 1,0	14,6 ± 0,4
8	122,5 ± 4,1	55,4 ± 0,8	30,5 ± 1,5	29,1 ± 0,6	18,9 ± 2,1	15,6 ± 0,1

Примечание: 1 – Дерново-подзолистая почва, 2 – То же + Навоз, 3 – Серая лесная почва, 4 – То же + Навоз, 5 – Чернозем типичный, 6 – То же + Навоз, 7 – Навоз 1 г, 8 – Навоз 3 г. В вариантах 1–6 – мг/100 г почвы, в вариантах 7 и 8 – мг/100 г сухой массы навоза.

За три недели с начала инкубации минерализовалось 8,6–18,8 % от $C_{орг}$ навоза, что составляло в сутки 0,4–0,9 % от $C_{орг}$ или от половины до двух третей суммарных минерализационных потерь ОВ за весь период (таблица 2). Константы скорости минерализации навоза с почвой и без почвы в начале составляли 0,054–0,067 и 0,035–0,039 сут⁻¹ соответственно, а к концу инкубационного периода уменьшились в 2–5 и 3–4 раза до 0,013–0,023 и 0,009–0,012 сут⁻¹. Смешивание навоза с черноземом и с серой лесной почвой способствовало дополнительной минерализации ОВ навоза в 1,3 и 1,1 раза соответственно, тогда как в дерновой почве, наоборот, уменьшению в 1,2 раза. Развитие положительного и отрицательного прайминг-эффекта может быть обусловлено разными причинами [1], в том числе более благоприятными условиями для микробной трансформации навоза в черноземе и в серой лесной почве по сравнению с дерново-подзолистой почвой, что позволило освоить большее количество внесенного в почву навоза.

Таблица 2 – Степень разложения навоза с почвой и без почвы за инкубацию.

Вариант	Продолжительность инкубации, сутки			
	21	91	162	258
2	<u>8,6 ± 0,5</u> 0,067 ± 0,006	<u>11,8 ± 0,2</u> 0,038 ± 0,000	<u>14,3 ± 0,2</u> 0,025 ± 0,000	<u>18,8 ± 0,1</u> 0,013 ± 0,000
4	<u>13,4 ± 0,3</u> 0,056 ± 0,003	<u>17,5 ± 0,0</u> 0,036 ± 0,000	<u>20,0 ± 0,1</u> 0,027 ± 0,000	<u>24,2 ± 0,2</u> 0,017 ± 0,000
6	<u>18,8 ± 0,0</u> 0,054 ± 0,000	<u>22,2 ± 0,1</u> 0,041 ± 0,000	<u>24,3 ± 0,1</u> 0,033 ± 0,001	<u>27,7 ± 0,2</u> 0,023 ± 0,000
7	<u>9,4 ± 0,1</u> 0,035 ± 0,000	<u>13,0 ± 0,2</u> 0,022 ± 0,001	<u>16,7 ± 0,1</u> 0,014 ± 0,000	<u>21,3 ± 0,1</u> 0,009 ± 0,000
8	<u>11,7 ± 2,3</u> 0,039 ± 0,010	<u>15,0 ± 0,4</u> 0,025 ± 0,001	<u>17,7 ± 0,7</u> 0,018 ± 0,001	<u>22,0 ± 0,7</u> 0,012 ± 0,000

Примечание: Над чертой – % от исх. содержания $C_{орг}$ в навозе, под чертой – константа скорости разложения, сут⁻¹. Разложение навоза в вариантах 2, 4 и 6 устанавливалась по разнице $C-CO_2$, выделившегося в почве с навозом и без навоза.

Наши результаты показывают, что в 100 г сухой массы свежего навоза КРС содержится примерно 8 г углерода ОВ, способного к минерализации с константой скорости 0,010 сут⁻¹ и временем оборачиваемости около 100 сут, что соответствует литературным данным [7]. Выделение в исследуемых образцах навоза только умеренно минерализуемой ($0,1 > k_2 > 0,001$ сут⁻¹) и трудно минерализуемой фракций ($k_3 < 0,01$ сут⁻¹), составляющих соответственно 12 и 88 % от всего минерализуемого пула навоза, обусловлено относительно низким содержанием лег-

ко минерализуемых соединений, из-за чего их вклад в общую продукцию C-CO₂ был мало заметным на фоне большого содержания трудно минерализуемой фракции, представленной лигно-(геми)целлюлозным комплексом. Показано, что скорость разложения навоза КРС контролируется именно лигноцеллюлозной частью его органического вещества [7], что предопределяет пролонгированный эффект от его внесения в почву.

Общее количество активного органического вещества в черноземе типичном, серой лесной и дерново-подзолистой почвах после внесения навоза возросло по сравнению с неунавоженными вариантами в 3,9–4,0 раза (с 2,2–7,9 до 7,0–13,1 % от C_{орг} почв), создавая повышенный уровень биогенности почв на протяжении всего периода разложения навоза.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-04-00707-а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Благодатская Е. В. Активность и биомасса почвенных микроорганизмов в изменяющихся условиях окружающей среды / Е. В. Благодатская, М. В. Семенов, А. В. Якушев. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 243 с.
2. Зинякова Н. Б. Влияние возрастающих доз органических и минеральных удобрений на пулы растворенного, подвижного и активного органического вещества в серой лесной почве / Н. Б. Зинякова, В. М. Семенов // *Агрохимия*. – 2014. – № 6. – С. 8–19.
3. Семенов В. М. Проблема углерода в устойчивом земледелии: агрохимические аспекты / В. М. Семенов, Т. Н. Лебедева // *Агрохимия*. – 2015. – № 11. – С. 3–12.
4. Сычев В. Г. Экология применения органических удобрений / В. Г. Сычев, О. А. Соколов, А. А. Завалин, Н. Я. Шмырева – М. : ВНИИА, 2017. – 336 с.
5. Шевцова Л. К. Структура баланса углерода и биоэнергетическая оценка его компонентов в агроценозах длительных полевых опытов / Л. К. Шевцова, В. А. Романенков, Г. В. Благовещенский, К. П. Хайдуков, С. О. Канзыбаа // *Агрохимия*. – 2015. – № 12. – С. 67–75.
6. Liang Q. Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China Plain / Q. Liang, H. Chen, Y. Gong, M. Fan, H. Yang, R. Lal, Y. Kuzyakov // *Nutrient Cycling in Agroecosyst.* – 2012. – V. 92. – № 1. – P. 21–33.
7. Khalil T. M. Assessing the effect of different treatments on decomposition rate of dairy manure / T. M. Khalil, S. S. Higgins, P. M. Ndegwa, C. S. Frear, C. O. Stöckle // *Journal of Environmental Management*. – 2016. – V. 182. – № 11. – P. 230–237.

УДК: 631.417.1

ДИСПЕРСНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ПОЧВЕ ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Лебедева Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, *Россия*, г. Пушкино, tanyaniko@mail.ru

Паутова Наталья Борисовна, кандидат биологических наук, ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, *Россия*, г. Пушкино, tanyaniko@mail.ru,

Масютенко Нина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБУН ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, *Россия*, г. Курск vninp@kursknet.ru.

Оценены эффекты длительного применения минеральных удобрений, навоза, побочной продукции и сидератов на содержание дисперсного органического вещества в почве. Выявлены количественные взаимосвязи между фракциями органического вещества в почве, измеряемые биологическими, физическими и химическими методами.

Ключевые слова: почва, биологические приемы, качество почвенного органического вещества.

PARTICULATE ORGANIC MATTER IN THE SOIL UNDER THE USE OF BIOLOGIZED FERTILIZATION SYSTEM

Lebedeva T. N., Pautova N. B., Masyutenko N. P.

The effects of the systematic application of mineral fertilizers, manure, plant residues and siderates on the particulate organic matter contents in soil were estimated. Quantitative relationships between the fractions of soil organic matter measured by biological, physical and chemical methods were found.

Keywords: soil, biological methods, soil organic matter quality

Длительное использование в земледелии интенсивных технологий на основе минеральной системы удобрения культур – одна из причин деградации свойств пахотных почв. Биологизация агротехнологий призвана активизировать природные механизмы оздоровления почвы, самовосстановления ее свойств и функций [1]. Программа биологизации включает в себя комплекс разнообразных мер, но в первую очередь – обогащение почвы органическим материалом и биологически связанным азотом [2, 5]. Целью работы было выявление влияния разных сочетаний биологических и агрохимических средств повышения продуктивности сельскохозяйственных культур на содержание дисперсного органического вещества.

Исследования проводились на базе полевого опыта по биологизации земледелия ВНИИЗиЗПЭ (Курская обл.), заложенного в 1991 г. на типичном тяжелосуглинистом среднемощном черноземе. В зернопаропропашном севообороте (черный или сидеральный пар, озимая пшеница, сахарная свекла, кукуруза на силос, ячмень), включающем 16 вариантов, изучалось действие и взаимодействие побочной продукции, сидератов и минеральных удобрений на двух фонах последействия навоза (6 и 12 т/га).

Физически лабильную фракцию почвенного органического вещества (ПОВ) получали выделением твердых органических частиц вместе с гранулометрической фракцией песка 2–0,05 мм (Particulate Organic Matter) путем диспергирования почвы раствором гексаметофосфата натрия [6]. Содержание органического углерода определяли с помощью CNHS-анализатора (Лесо 932). Активное органическое вещество (C_0) измеряли биокинетическим методом [3], микробную биомассу ($C_{мб}$) – методом субстрат-индуцированного дыхания в модификации Н. Д. Ананьевой [4]. Углерод подвижного (C_n) органического вещества определяли путем экстракции раствором 0.1 н NaOH в модификации К. В. Дьяконовой.

Наибольшее количество фракции с частицами размером 2–0,05 мм в типичном черноземе было выделено при совместном внесении навоза в дозе 12 т/га, минеральных удобрений, побочной продукции и сидератов, а самое низкое – в почве с внесением одного навоза в дозе 6 т/га (таблица). Каждый из изучаемых факторов положительно влиял на массу фракции, значимо повышая ее по сравнению с фоном 1, но вклад их был разным. Судя по результатам дисперсионного анализа, масса фракции дисперсного органического вещества в основном зависит от поступления в почву побочной продукции и внесения минеральных удобрений (31 и 15 % от дисперсии соответственно).

Побочная продукция культур, как правило, включает в себя грубый материал с широким соотношением C/N и потому довольно медленно разлагается в почве. Относительно высокий вклад минеральных удобрений проявляется косвенно, посредством положительного влияния на общую продуктивность растений и, соответственно, на количество растительных остатков, формирующих значительную часть данной фракции. Вклад сидератов, представленных быстро разлагаемой зеленой фитомассой бобовых, и дозы навоза в его последействии оказался менее значимым, составляя соответственно 6 и 8 % от суммарного. Таким образом, побочная продукция, имея низкую удобрительную ценность, является незаменимым источником воспроизводства ПОВ и оптимизации его качества благодаря участию в образовании дисперсного органического вещества, считающегося основным питательным и энергетическим субстратом для почвенных микроорганизмов.

Содержание C_d в почве зависит от массы гранулометрической фракции и ее обогащенности органическим углеродом. При этом можно заметить, что выделенная гранулометрическая фракция характеризуется большей обогащенностью органическим углеродом по сравнению со всей массой почвы (таблица). Содержание органического углерода в грануломет-

рической фракции 2–0.05 мм на 22 % зависела от применения сидератов, на 18 – от минеральных удобрений и на 10 – побочной продукции, а последствие дозы навоза было незначимым. Если действие органических материалов на содержание углерода во фракции было положительным, то минеральных удобрений, наоборот, отрицательным. Поэтому в отличие от массы фракции количество углерода дисперсного органического вещества (C_d) в почве зависела только от поступления побочной продукции, сидератов и навоза (30, 16 и 10 % дисперсии). В целом по опыту в почве во фракции дисперсного органического вещества находится от 10 до 15 % от всего $C_{орг}$, а самая высокая доля углерода этой фракции в составе ПОВ была присуща вариантам с наибольшей урожайностью культур и при совместном внесении побочной продукции и сидератов.

Таблица – Содержание дисперсного органического вещества (C_d) в типичном черноземе зернопаропропашного севооборота

Вариант	$C_{орг}$, %	Масса фракции, г/100 г почвы	Содержание C_d		
			% от массы фракции	*мг/100 г почвы	% от $C_{орг}$
H1 (фон 1)	3,48	6,58 ± 0,04	5,26 ± 0,47	346	10,0
H1+ C	3,61	7,10 ± 0,05	5,99 ± 0,02	426	11,8
H1+ППП	3,65	8,00 ± 0,09	5,74 ± 0,15	459	12,6
H1+ППП+C	3,66	8,56 ± 0,04	6,06 ± 0,17	519	14,2
H1+МУ	3,51	7,53 ± 0,04	5,44 ± 0,33	410	11,7
H1+МУ+C	3,60	8,18 ± 0,05	5,85 ± 0,08	479	13,3
H1+МУ+ППП	3,62	8,55 ± 0,02	5,55 ± 0,12	475	13,1
H1+МУ+ППП+C	3,71	8,93 ± 0,04	6,11 ± 0,21	546	14,7
H2 (фон 2)	3,65	7,59 ± 0,12	5,88 ± 0,14	446	12,2
H2+C	3,76	7,89 ± 0,09	6,38 ± 0,11	504	13,4
H2+ППП	3,73	8,49 ± 0,13	6,26 ± 0,13	531	14,2
H2+ППП+C	3,99	8,44 ± 0,02	6,97 ± 0,26	589	14,7
H2+МУ	3,63	7,75 ± 0,07	5,49 ± 0,04	426	11,8
H2+МУ+C	3,67	8,74 ± 0,03	5,56 ± 0,08	486	13,2
H2+МУ+ППП	3,77	9,31 ± 0,08	5,59 ± 0,15	520	13,8
H2+МУ+ППП+C	3,81	9,46 ± 0,02	5,70 ± 0,11	539	14,2
HCP ₀₅		1,1	0,33	94	Не опр.

Примечание: H1 – навоз 6 т/га, H2 – навоз 12 т/га, C – сидераты, ППП – побочная продукция, МУ – минеральные удобрения.
 * Содержание C_d в мг/100 г рассчитано исходя из массы фракции и содержания в ней углерода.

Содержание общего $C_{орг}$ в почве опыта достоверно коррелировало с углеродом дисперсного ($r=0.881$, $P<0.001$) и активного ($r=0.915$, $P<0.001$) органического вещества, тогда как с подвижным органическим веществом теснота связи была несущественной. Это свидетельствует о разной значимости компонентов фракций активного, дисперсного и подвижного органического вещества в обновлении ПОВ, а также о том, что при экстракции раствором 0,1 н NaOH выделяется преимущественно «старая» и консервативная часть гумуса, слабо обогащающаяся свежим органическим веществом. Основным резервом биологически активного (потенциально-минерализуемого) органического вещества может быть фракция дисперсного органического вещества, что подтверждается тесной корреляцией между ними ($r=0,787$, $P<0,001$). В свою очередь одним из главных предшественников активного органического вещества в почве является микробная биомасса ($r=0,869$, $P=0,005$). Поэтому все агроприемы, обеспечивающие накопление микробной биомассы в почве, будут способствовать повышению ее обеспеченности активным органическим веществом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-04-00707-а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов В. М. Проблема углерода в устойчивом земледелии: агрохимические аспекты / В. М. Семенов, Т. Н. Лебедева // Агрохимия. – 2015. – № 11. – С. 3–12.
2. Семенов В. М. Участие растительной биомассы в формировании активной фазы почвенного азота / В. М. Семенов, Т. В. Кузнецова, Л. А. Иванникова, Н. А. Семенова, Е. П. Лисова // Агрохимия. – 2001. – № 7. – С. 5–12.

3. Семенов В. М. Лабораторная диагностика биологического органического вещества почвы / В. М. Семенов, Л. А. Иванникова, Т. В. Кузнецова // Методы исследований органического вещества почвы. – М. : Россельхозакадемия, 2005. – С. 214–230.
4. Семенов М. В. Структура микробного сообщества почвы катены правобережья р. Оки / М. В. Семенов, Е. В. Стольникова, Н. Д. Ананьева, К. В. Иващенко // Известия РАН. Сер. биологическая. – 2013. – № 3. – С. 299–308.
5. Чуян Н. А. Влияние внесения навоза и растительных остатков на плодородие чернозема и продуктивность зернопропашного севооборота в условиях лесостепи ЦЧП / Н. А. Чуян, Н. П. Масютенко, Р. Ф. Еремина // Агрохимия. – 2008. – № 9. – С. 29–36.
6. Cambardella C. A Particulate Soil Organic-Matter Changes across a Grassland Cultivation Sequence / C. A. Cambardella, E. T. Elliott // Soil Sci. Soc. Am. J., 1992. – V. 56. – № 3. – P. 777–783.

УДК634.75:631.8

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ НА ЗЕМЛЯНИКЕ

Коновалов Сергей Николаевич, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», *Россия, г. Москва, vstisp.agrochem@yandex.ru*

Бобкова Вероника Вячеславовна, научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», *Россия, г. Москва, vstisp.agrochem@yandex.ru*

Внесение в дерново-подзолистую почву под землянику измельчённых древесных остатков яблони в дозе 10 т/га и 34 кг д.в. N/га по своей биологической эффективности не уступает внесению соломы.
Ключевые слова: земляника, продуктивность растений, солома, измельчённые древесные остатки яблони.

BIOLOGICAL EFFICIENCY OF WOOD VEGETABLE RESIDUES ON STRAWBERRIES

Kononov S. N., Bobkova V. V.

The introduction into the sod-podzolic soil under strawberries of the crushed wood vegetable residues of apple-trees in a dose of 10 t / ha and 34 kg N / ha in its biological effectiveness is not inferior to introduction of straw.

Keywords: strawberry, plant productivity, straw, crushed woody residues of apple tree.

В земледелии широко используется агротехнический приём внесения растительных остатков в почву под различные сельскохозяйственные культуры. Известно положительное влияние заделки соломы в дозе 5–10 т/га под полевые культуры [4]. В современных интенсивных и биологизированных технологиях возделывания земляники для мульчирования междурядий насаждений в период вегетации часто используют солому с последующей заделкой её в почву по окончании вегетационного периода. При внесении соломы возрастает микробиологическая активность почвы, усиливается активность почвенной грибной микрофлоры, в том числе АМ-грибов, способных вступать в симбиоз с корневой системой земляники [2]. Внесение в почву соломы способствует увеличению генеративной продуктивности растений земляники [1], оптимизации минерального питания растений и улучшению фитосанитарной обстановки [3]. При обрезке или раскорчёвке садов в значительных количествах образуются древесные отходы яблони, которые, по-видимому, также возможно использовать в измельчённом виде для внесения в почву под землянику.

Вегетационный опыт по изучению влияния внесения в почву измельчённых древесных остатков яблони и соломы озимой пшеницы на рост, развитие и продуктивность растений земляники был заложен в сосудах на 20 кг почвы. В качестве субстрата использовался верхний 0–20 см пахотный слой дерново-подзолистой окультуренной дерново-подзолистой поч-

вы среднесуглинистого гранулометрического состава. Опыт проводился в течение четырёх лет с растениями земляники сорта Кама. Повторность опыта 5-кратная. В качестве азотного удобрения применяли аммиачную селитру. Компенсационная доза азотного удобрения вносилась из расчёта 34 кг д. в./га. Фоновое внесение удобрения было $N_{60}P_{60}K_{60}$. Растительные остатки в расчёте 10 т/га вносили в почву один раз при закладке опыта. Биометрические учёт и наблюдения в опыте проводили согласно [5]. Содержание нитратного азота в почве определяли ионометрически согласно ГОСТ 26951–86, содержание аммонийного азота в почве – согласно ГОСТ 26489-85. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Excel.

Схема опыта:

1. Без удобрений.
2. NPK – фон.
3. Фон + N_{34} .
4. Фон + N_{34} + 10 т/га соломы.
5. Фон + N_{34} + 10 т/га измельчённых веток яблони.

Химический состав почвы (мг/100 г почвы): азот щелочногидролизующий по Корнфилду 16,0; фосфор подвижный по Кирсанову 54,0; калий подвижный по Кирсанову 19,3; pH 6,5.

Ежегодное дополнительное внесение азотного удобрения в дозе 34 кг д. в./га заметно увеличивало вегетативную массу органов растений земляники на одном растении (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние внесения органических остатков в почву на вегетативную и генеративную продуктивность растений земляники сорта Кама, среднее за 3 года.

Вариант	Масса листьев, г	Масса усов, г	Масса ягод с одного растения, г/растение
Без удобрений	79,3	18,5	265,3
NPK - фон	105,7	26,1	336,7
Фон + N_{34}	149,3	31,5	325,0
Фон + N_{34} + 10 т/га соломы	116,7	24,4	323,0
Фон + N_{34} + 10 т/га измельчённых веток яблони	153,7	43,5	322,5
НСР ₀₅	18,2	7,5	$F_{\phi} < F_{\tau}$

Внесение в почву 10 т/га измельчённых веток яблони по фону ежегодного дополнительного внесения азотного удобрения в дозе 34 кг д. в./га существенно снижало по сравнению с чистым фоном вегетативную продуктивность растений земляники. При этом показатели вегетативного развития растений в варианте с применением измельчённых древесных остатков существенно превышали контроль и были значительно выше, чем в варианте с внесением соломы. Масса ягод с одного растения при фоновом внесении NPK имела тенденции к возрастанию по сравнению с вариантом без внесения удобрений. При дальнейшем внесении компенсационной дозы азотного удобрения 34 кг д. в./га проявлялась тенденция снижения продуктивности растений земляники. Применение соломы способствовало некоторому снижению содержания хлорофилла в листьях растений земляники и повышению содержания в ягодах сухих веществ (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние внесения органических остатков на содержание хлорофилла (а+в) в листьях и содержание сухого вещества в ягодах растений земляники сорта Кама, среднее за 3 года.

Вариант	Содержание хлорофилла (а+в) в листьях, мг/г сырых листьев	Содержание сухих веществ в ягодах, %
Без удобрений	7,48	10,3
NPK - фон	7,51	10,4
Фон + N_{34}	8,27	10,2
Фон + N_{34} + 10 т/га соломы	7,97	13,6
Фон + N_{34} + 10 т/га измельчённых веток яблони	9,65	9,8

При внесении под землянику измельчённых древесных растительных остатков яблони содержание в листьях хлорофилла возрастало, содержание сухих веществ в ягодах – снижа-

лось. Содержание нитратного азота в почве как при внесении по фону компенсационной дозы азота 34 кг д. в./га, так и при внесении растительных остатков имело тенденцию к снижению по сравнению с чистым фоном (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние внесения органических остатков на содержание подвижных форм соединений азота в почве, июнь, среднее за 3 года, мг/кг почвы

Вариант	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
Без удобрений	2,62	7,3
НРК - фон	4,43	8,7
Фон + N ₃₄	3,70	10,2
Фон + N ₃₄ + 10 т/га соломы	3,33	11,4
Фон + N ₃₄ + 10 т/га измельчённых веток яблони	3,77	12,1

Содержание аммонийного азота в почве закономерно увеличивалось с внесением дополнительного азотного удобрения и во всех вариантах опыта было значительно выше контроля. Наибольшее содержание аммонийного азота в почве было на варианте с внесением измельчённых веток яблони.

Таким образом, для оптимизации минерального питания и повышения продуктивности растений земляники возможно применение измельчённых древесных остатков яблони. Внесение в почву растительных остатков позволяет сглаживать резкие колебания содержания азота в почве под земляникой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов С. Н. Влияние внесения органических остатков в почву на азотное питание растений земляники / С. Н. Коновалов // Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта : Матер. межд. науч. конф., РУП «Институт плодководства», Самохваловичи, 16-18 июля 2014 г. – Самохваловичи : РУП «Институт плодководства», 2014. – С. 155–158.
2. Коновалов С. Н. Влияние внесения соломы на усвоение труднорастворимых фосфатов земляникой и фитосанитарное состояние почвы / С. Н. Коновалов, С. Е. Головин, К. Р. Оксужан // Плодководство и ягодоводство России : сборник науч. работ. – М. : ФГБНУ ВСТИСП, 2005. – Т. 12. – С. 537–550.
3. Коновалов С. Н. Эффективность биодеструкторов при биогумификации отходов древесины яблони / С. Н. Коновалов, В. И. Петрова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и с.-х. производства : Материалы II Всерос. науч. конф., 18–19 марта 2010 г. – Краснодар : ФГБОУ ВО КубГАУ, 2010. – С. 253–256.
4. Русакова И. В. Технологии использования соломы и растительных остатков агроценозов на удобрение / И. В. Русакова, Р. Ф. Еремина, Н. А. Чуян и др. – Владимир : ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии, 2008. – 132 с.
- Седов Е. Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Е. Н. Седов, Т. Н. Огольцова. – Орёл : ВНИИСПК, 1999. – С. 608.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

Гулькович Мария Васильевна, исследователь в области технических наук, младший научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Брест, maria.gulkovich@gmail.com.

Лицкевич Анатолий Николаевич, заведующий лабораторией «Гидроэкологии и экотехнологий», Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Брест, Litskevichanatoli@gmail.com.

Черничко Ольга Андреевна, младший научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Брест, chernichko62@mail.ru.

Дашкевич Михаил Михайлович, научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Брест, dashkevich.m.m@gmail.com.

Проведен анализ содержания подвижных и валовых форм тяжелых металлов (ТМ) при использовании нового органического удобрения «Эко-Диво» на основе осадков сточных вод очистных сооружений молокоперерабатывающего предприятия (ОАО «Щучинский МСЗ») и отхода свеклосахарного производства (дефеката, ОАО «Скидельский сахарный завод») на дерново-подзолистой суглинистой почве под кукурузу. Наблюдалось увеличение валового содержания ТМ в пахотном горизонте почвы (за исключением Zn и Mn) по отношению к эталону (варианту опыта, где применялись навоз и минеральные удобрения). Однако содержание токсичных элементов в почве находилось ниже предельно допустимой концентрации.

Ключевые слова: осадки сточных вод, органические удобрения, тяжелые металлы.

INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZER BASED ON SEWAGE SLUDGE ON CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SOIL

Gulkovich M. V., Litskevich A. N., Chernichko O. A., Dashkevich M. M.

The analysis of the gross content and mobile forms of heavy metals (HM) was carried out using the new organic fertilizer «Eco-Divo» on the basis of sewage sludge of the milk processing plant (JSC «Shchuchin Creamery») and the waste of sugar beet production (defecate, JSC «Skidelsky Sugar Factory») on sod-podzolic loamy soil under corn. An increase in the gross content of HM in the arable horizon of the soil (with the exception of Zn and Mn) was observed with respect to the standard (a variant of the experiment where manure and mineral fertilizers were used). However, the content of toxic elements in the soil was below the maximum allowable concentration.

Keywords: sewage sludge, organic fertilizers, heavy metals.

Сейчас в Беларуси интенсивно изучаются нетрадиционные органические удобрения на основе осадков сточных вод (ОСВ). При разработке таких удобрений в первую очередь определяются критерии безопасности, в частности содержание ТМ в почвах. Ежегодно в Беларуси образуется около 200 тыс. т ОСВ [4, 5].

Наши исследования направлены на разработку эффективного и экологически безопасного способа использования ОСВ перерабатывающих предприятий в сельском хозяйстве. Сравнение эффективности различных доз органического удобрения «Эко-Диво», полученного на основе ОСВ ОАО «Щучинский МСЗ» и отхода свеклосахарного производства (дефеката ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ТУ РБ 37602662.630), проводили на опытном поле на территории ОАО «Щучинаагропродукт» на дерново-подзолистой глееватой суглинистой почве. Применяемое в опыте органическое удобрение «Эко-Диво» содержало в сухом веществе (%) 52 органического вещества, 2,0 общего азота, 1,8 и 0,9 подвижных соединений фосфора и калия. Опыты заложены и проведены согласно [2]. Определение ТМ проводилось по ГОСТам и методикам, разрешенным к применению в испытательных аккредитованных лабораториях Национальной системы аккредитации Республики Беларусь.

Установлено, что содержание валовых форм кадмия в органическом удобрении «Эко-Диво» не фиксируется даже на уровне чувствительности метода, а содержание остальных элементов не превышает ПДК для почв с учетом расчета нормы расхода удобрения (таблица 1).

При внесении органического удобрения «Эко-Диво» (экстрагент – раствор HNO_3 1 : 1) наблюдалось увеличение валового содержания ТМ в пахотном горизонте почвы (за исключением Zn и Mn) по отношению к эталону (таблица 2). Применение органического удобрения привело к незначительному увеличению валового содержания других исследуемых ме-

таллов. Тем не менее содержание токсичных элементов в почве находилось гораздо ниже значений ПДК.

Таблица 1 – Валовое содержание ТМ, мг/кг (в пересчете на сухое вещество)

Металлы	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn	Cr
Сырье							
ОСВ ОАО «Щучинский МСЗ»	0,579	0,007	3,16	26,3	1,48	17,63	17,28
Дефекат ОАО «Скидельский сахарный комбинат»	7,86	0,03	1,14	30,14	1,56	123,44	21,87
Органическое удобрение «Эко-Диво»							
Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси (ГОСТ 26929-94, ГОСТ 30178-96) 12.04.2017	1,81	н.о.	15,76	59,89	1,94	25,5	21,57
РУП «Научно-практический центр гигиены» (МВИ.МН 3280-2009) 20.07.2017	н.о.	н.о.	-	52,69	2,5	н.о.	н.о.
РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продукции растениеводства, 1992) 15.08.2017	5,01	н.о.	-	-	0,61	-	5,18
Примечание – в таблице представлены результаты, полученные разными лабораториями при исследовании различных партий органического удобрения «Эко-Диво».							

Таблица 2 – Содержание ТМ в дерново-подзолистой почве

Варианты опыта		Содержание, мг/кг							
		Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Ni	Co	Cr
Эталон N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	1	0,53	0,005	0,10	0,02	4,91	-	-	-
	2	3,60	0,008	0,29	0,12	60,01	0,16	0,18	-
	3	4,40	0,069	12,98	1,79	119,76	1,21	1,07	1,05
«Эко-Диво», N ₄ P _{3,6} K _{1,8} доза 70 кг N/га (17,5 т/га)	1	0,73	0,009	0,05	0,02	8,99	-	-	-
	2	3,51	0,010	0,19	0,16	45,44	0,30	0,32	-
	3	4,86	0,074	12,89	2,73	66,63	2,06	1,20	3,09
«Эко-Диво», N ₄ P _{3,6} K _{1,8} доза 140 кг N/га (35 т/га)	1	0,61	0,009	0,04	0,01	6,50	-	-	-
	2	3,83	0,011	0,18	0,12	53,47	0,33	0,23	-
	3	5,11	0,083	11,28	2,14	78,84	1,98	1,51	2,67
«Эко-Диво», N ₄ P _{3,6} K _{1,8} доза 210 кг N/га (52,5 т/га)	1	0,58	0,005	0,03	0,01	6,22	-	0,12	-
	2	4,01	0,010	0,19	0,13	55,58	0,31	0,42	-
	3	5,37	0,077	12,89	2,44	86,36	2,32	1,95	3,52
ПДК для почв (валовые формы) [4]		32	1,0	110	66	1000	40	20	100
Примечание – 1 – содержание обменных форм элемента; 2 – содержание подвижных форм элемента; 3 – валовое содержание элемента.									

Уровень содержания обменных форм Pb, Cd, Cu, Mn и Co изменился незначительно независимо от дозы применения органического удобрения «Эко-Диво» (экстрагент – аммонийно-ацетатный буферный раствор). Содержание обменных форм Zn уменьшилось на 50–70 %.

Уровень подвижных форм Pb, Cd, Cu, Ni и Co (экстрагент – 1М раствор HCl) повысился на 10 % и более. При внесении удобрения «Эко-Диво» содержание потенциально доступных форм Zn и Mn в пахотном горизонте уменьшилось до 38 %.

На основании рассчитанного суммарного показателя загрязнения Z_c, который для почвы с внесением органического удобрения «Эко-Диво» составил 4,02; 3,68 и 5,51 (таблица 3), все варианты опыта характеризуются слабой степенью загрязнения почв ТМ (Z_c < 16) [1, 4].

Таблица 3 – Показатель суммарного элементного загрязнения (Z_c) дерново-подзолистой глееватой суглинистой почвы

Варианты опыта	Содержание, мг/кг								K _c	Z _c
	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Ni	Co	Cr		
Эталон N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
«Эко-Диво», доза 70 кг N/га	1,10	1,07	0,99	1,53	0,56	1,70	1,12	2,94	11,02	4,02
«Эко-Диво», доза 140 кг N/га	1,16	1,20	0,87	1,20	0,66	1,64	1,41	2,54	10,68	3,68
«Эко-Диво», доза 210 кг N/га	1,22	1,12	0,99	1,36	0,72	1,92	1,82	3,35	12,51	5,51

Выводы. Установлено, что органическое удобрение «Эко-Диво» содержит количества ТМ значительно ниже ПДК, установленных как для осадков, так и для почв. При внесении органического удобрения «Эко-Диво» выявлено, что все показатели валового содержания ТМ в почве ниже ПДК. Рассчитанный суммарный показатель загрязнения Z_c для дерново-

подзолистой глееватой суглинистой почвы с внесением органического удобрения «Эко-Диво» составил 3,68–5,51, что свидетельствует о слабой степени загрязнения почвы ТМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве № 5174-90. – Утвержд. 15.05.1990. – М., 1990. – 7 с.
 2. Методические указания по проведению регистрационных испытаний макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2008. – 36 с.
 3. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве : Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004. – Утвержд. 25.02.2004. – Минск : Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2004. – 27 с.
 4. Свириденко Д. Г. Осадки сточных вод – источник поступления тяжелых металлов в сельскохозяйственные структуры /Д. Г. Свириденко, О. Ю. Баланова, Г. А. Кулиева, А. Н. Прокипчина, Е. А. Савосина // Вестник РУДН. – 2015. – № 1. – С. 57–60.
- Химический состав агроландшафтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studopedia.ru/>.

УДК 631.86:631.582:631.452

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

- Чуян Наталия Анатольевна**, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, *Россия, г. Курск*
- Брескина Галина Михайловна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, *Россия, г. Курск*

Использование побочной продукции сельскохозяйственного растениеводства в качестве органического удобрения независимо от способов ее внесения обеспечивало повышение производительности агроэкосистемы севооборота, а также более высокий уровень воспроизводства плодородия почвы (γ – 1,06 и 1,27) за период вегетации культур севооборота. Технология поверхностной заделки растительных остатков способствовала снижению затрат невозобновляемой энергии на производство продукции и увеличению энергетической эффективности производства продукции по сравнению с внесением навоза.

Ключевые слова: побочная продукция растениеводства, навоз, производительность агроэкосистемы, воспроизводство плодородия, энергоемкость, энергетическая эффективность.

THE INFLUENCE OF METHODS OF USING ORGANIC FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF GRAIN-ROW CROP ROTATION AND REPRODUCTION OF SOIL FERTILITY

Chuyan N. A., Breskina G. M.

The use of by-product as organic fertilizer irrespective of the methods of its application facilitated the increase in productivity of a crop rotation agroecosystem and also a higher level of reproduction of soil fertility (γ - 1,06 and 1,27), during the period of the vegetation of the crops of a crop rotation. The technology of surface incorporation of plant residues promoted the cutting of costs of non-renewable energy for production of plant products and increase in power production efficiency of production in comparison with manure application.

Keywords: by-product, manure, agroecosystem productivity, reproduction of fertility, power consumption, power efficiency.

Исследования технологических операций и сравнительная оценка различных способов внесения (побочной продукции сельскохозяйственных культур) и навоза как органиче-

ских удобрений на показатели производительности зернопропашного севооборота «кукуруза – озимая пшеница – сахарная свекла – картофель» и воспроизводство плодородия чернозема типичного проводили на полевом научно-производственном участке опытного хозяйства ВНИИЗиЗПЭ Медвенского района Курской области, где почва опытного участка представлена черноземом типичным тяжелосуглинистым на карбонатном лессовидном суглинке.

Показатели производительности агроэкосистемы зернопропашного севооборота и воспроизводства плодородия почвы опытного участка определялись расчетным методом с использованием методик, разработанных в нашем институте [1, 4].

Побочная продукция сельскохозяйственных культур заделывалась на глубину основной обработки почвы только после их поверхностного компостирования на поле по технологии, разработанной во ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии [3].

Схема опыта:

1. Обычная технология 148 т/га + известь 3,0 т/га

1. Поверхностное компостирование соломы злаковых 7,2 т/га + пожнивная культура рапса (1 год) + известь 3,0 т/га + K_{72}

2. Поверхностное компостирование соломы злаковых 7,2 т/га + вермикомпост 2,4 т/га + известь 3,0 т/га

3. Оставление высокой стерни при уборке (25-27 см) + прямой посев поживной культуры рапса (гороха) на зеленое удобрение + $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Производительность агроэкосистемы севооборота на единицу совокупного энергетического ресурса была практически одинаковой – 0,075 и 0,078 за период вегетации и 0,038–0,040 МДж-день/ГДж за вегетационный период.

Примерно равная интенсивность связывания энергии агроэкосистемами 4-х полного севооборота отмечалась по обычной технологии (48 т/га навоза + известь 3,0 т/га) и по поверхностному компостированию побочной продукции с известью и азотом аммиачной селитры, а также вермикомпостом с известью, также отличалась и одинаковая интенсивность поступления энергии органического вещества в почву. Она составила 208, 196 и 202 Мдж/день, соответственно. Так как интенсивность расхода энергии органического вещества через минерализацию различалась по этим фонам незначительно, то и уровень воспроизводства плодородия почвы был практически одинаков и составил 1,06 и 1,17, то есть обеспечивалось расширенное воспроизводство плодородия почвы за период вегетации [2]. За вегетационный период показатель воспроизводства плодородия был суженным ($\gamma < 1,0-0,03-0,78$), что вполне объяснимо составом севооборота, который содержал три пропашные культуры.

При практически равном влиянии обычной технологии и поверхностного компостирования растительных остатков на биопроизводительность агроэкосистемы и воспроизводство плодородия почвы отмечена значительная разница в их действии на энергетические показатели производства продукции. Отмечено значительное снижение затрат невозобновляемой энергии как на возделывание культуры, так и на единицу продукции (на 1 ц кормовых единиц) и повышение энергетической эффективности производства продукции при использовании растительных остатков (соломы злаковых и ботвы сахарной свеклы) на органические удобрения посредством поверхностного их компостирования. Энергоемкость 1 ц к. е. составила по навозу 244 МДж/ц, а по поверхностному компостированию растительных остатков с известью была ниже на 80–90 МДж/ц, или на 50 и более %. Энергетическая эффективность по фону поверхностного компостирования была на 4–5 единиц выше, чем по фону навоза.

Особого внимания заслуживает вариант оставления высокой стерни (25–27 см) при уборке культур в случае, если солома должна быть использована на кормовые цели. В этом случае проводят прямой посев поживной культуры рапса (гороха) на зеленое удобрение со стартовой дозой минеральных удобрений ($N_{10}P_{10}K_{10}$) ежегодно. Такой способ позволил сократить затраты невозобновляемой энергии на возделывание сельскохозяйственных культур в 1,4–1,7 раза по сравнению с поверхностным компостированием соломы и в 2,3

раза по сравнению с обычной технологией (48 т/га навоза), что отвечает требованиям энерго- и ресурсосбережения.

При таком способе использования побочной продукции растениеводства процессы трансформации энергии органического вещества в агроэкосистемах идут более интенсивно, чем обеспечивается более высокая их производительность, интенсивность связывания энергии агроэкосистемами и интенсивность поступления ее в почву, а также более высокий уровень воспроизводства плодородия почвы ($\gamma = 1,27$ и $0,84$) соответственно периоду вегетации.

Следует отметить, что по независимым от нас обстоятельствам варианты оказались несбалансированными по сухому органическому веществу: на варианте с навозом внесено 9,6 т/га, а на варианте с поверхностным компостированием соломы – 7,2 т/га. Но даже в условиях несбалансированного внесения сухого органического вещества поверхностное компостирование соломы злаковых и ботвы сахарной свеклы имеет преимущество перед обычной технологией (внесением 48 т/га навоза) и в производительности агроэкосистемы на единицу ресурса, и в энергетической эффективности производства продукции.

Таким образом, использование побочной продукции растениеводства в качестве органического удобрения при поверхностной ее заделке в пахотный слой является перспективным приемом, обеспечивающим повышение производительности агроэкосистем на единицу ресурса, воспроизводства плодородия почвы по балансу энергии органического вещества и снижение затрат невозобновляемой энергии на производство продукции по сравнению с навозом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / Под ред. В. М. Володина, Р. Ф. Ереминой, А. Е. Федорченко, А. А. Ермаковой. – Курск. ВНИИЗ и ЗПЭ, 1999. – 47с.

2. Подлесных И. В. Экологическая емкость и особенности функционирования агроландшафтов с черноземными почвами лесостепи ЦЧЗ : дис. ... канд. с.-х. наук, ВНИИЗиЗПЭ / И. В. Подлесных. – Курск, 2003 г.

3. Способ прогнозирования воспроизводства плодородия почвы : АС № 1481681 / В. М. Володин А. Е. Федорченко, Л. И. Бирюкова, Р. Ф. Еремина // БИ. 1989. – № 19. – С. 201.

Технология эффективного использования растительных остатков как органических удобрений на черноземах лесостепи ЦЧЗ. – Курск, 2005. – 20 с.

УДК 631,879.42

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОСТАТКИ И ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ КАК ИСТОЧНИКИ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Семенов Вячеслав Михайлович, доктор биологических наук, *Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Россия, г. Пушкино, v.m.semenov@mail.ru*

Обсуждаются понятия «органический континуум почвы», «почвенное органическое вещество» и «гумус», которыми описывается вся органическая часть почвы, включая живую биомассу и неживое вещество. Рассматривается роль свежего органического вещества растительных остатков и органических удобрений в образовании почвенного органического вещества.

Ключевые слова: почва, углерод, гумусообразование

PLANT RESIDUES AND ORGANIC FERTILIZERS AS THE SOURCES OF SOIL ORGANIC MATTER

Semenov V.M.

The concepts of "soil organic continuum", "soil organic matter" and "humus", which describe the entire organic part of the soil, including living biomass and non-living matter have been discussed. The role of fresh organic matter from plant residues and organic fertilizers in soil organic matter formation has been considered.

Key words: soil, carbon, humus formation

Органический континуум почвы, почвенное органическое вещество и гумус. Органическое содержимое почвы представлено живой и неживой материей, взаимодействующей между собой. Все природные и термически измененные органические материалы биологического происхождения, находящиеся в почве и на почвенной поверхности независимо от источника, будь он живой или мертвый, или стадии разложения, образуют органический континуум почвы. Континуумная модель предусматривает непрерывность кругооборота и обновления органических веществ, разнородность происхождения органических компонентов, гетерогенность и разнообразие вещественного состава, полифазность состояния, единство динамичности и стабильности, поступления и отчуждения, нарастания и отмирания биомассы, стабилизации и дестабилизации, одновременное присутствие живого и неживого, нового и старого, активного и инертного.

Неживые компоненты органического континуума почвы относятся к почвенному органическому веществу – гетерогенной, но целостной субстанции, имеющей характерные морфологические признаки и определенный спектр функций, содержание и качество которой может быть охарактеризовано одними и теми же для всех почвенных условий показателями. Почвенное органическое вещество включает в себя: 1) растительные остатки размером больше 2000 мкм, находящиеся в почве, 2) твердые дискретные частицы (полуразложившийся органический материал размером от 2000 до 53 мкм); 3) отмершую микробную биомассу; 4) водорастворимые органические вещества в почвенном растворе размером меньше 0,45 мкм; 5) гумус в виде негуминовых биомолекул и гуминовых веществ (хорошо разложившийся органический материал размером меньше 53 мкм, связанный с минеральными частицами); 6) угли и обугленные материалы.

При описании природы образования и эволюции органического содержимого почвы как компартмента функционирующей экосистемы, запасного, но в меру динамичного пула энергии и биофильных элементов, продукта трансформации отмирающей биомассы консументами и редуцентами, активность которых контролируется факторами окружающей среды, следует использовать термин «органический континуум почвы». Рассматривая органическую часть почвы как результат почвообразовательного процесса, классификационный признак почвы, условие поддержания свойств, режимов, функций, качества и здоровья почвы, источник воздушного и корневого питания растений, фактор почвенного плодородия и агропроизводственный ресурс устойчивого земледелия допустимо употреблять термин «почвенное органическое вещество».

Термином «гумус» обозначается полностью трансформированная, стабильная часть почвенного органического вещества, связанная с минеральной матрицей почвы.

Разложение и стабилизация – доминирующий процесс преобразования органических остатков в почвенное органическое вещество. Скорость разложения растительных остатков напрямую зависит от исходной прочности биомолекул, слагающих растительные ткани, и совокупности внешних условий, контролирующих ферментредуцирующую активность почвенного микробиома. Простые, преимущественно водорастворимые субстраты, напрямую утилизируются гетеротрофами, тогда как сложные субстраты, представляющие собой крупные биомолекулы полимеров и многокомпонентных комплексов, деполимеризуются внеклеточными ферментами [3]. Образующиеся при разложении органических остатков дискретные частицы, крупные биомолекулы высокомолекулярных биополимеров и низкомолеку-

лярные небольшого размера мономеры более окисленной формы, способные к ассимиляции микроорганизмами, подвергаются в почве стабилизации путем сорбции на минеральной поверхности, агрегации и других процессов [4]. Чем больше дискретных частиц и биомолекул стабилизируется в почве, тем меньше будут минерализационные потери органических остатков. Комплексный субстрат, каким являются растительные остатки, разлагается быстрее, чем какой-либо отдельный его компонент, так же как их разложение микробным сообществом будет более полным, чем монокультурой [1].

В одном из проведенных нами опытов за более чем десятимесячный период инкубации минерализовалось от 27 до 80 % от $C_{орг}$, содержащегося в разных органических материалах. Корни и надземная масса клевера, надземная масса луговых трав, зеленые листья дуба относятся к группе сильно разлагаемых материалов (>55 % от $C_{орг}$), опавшие листья осины, солома ячменя, корни луговых трав и хвоя сосны – к умеренно разлагаемым (от 35 до 55 % от $C_{орг}$), а корни ячменя, мелкие ветви деревьев и тонкие корни деревьев – к слабо разлагаемым материалам (<35 % от $C_{орг}$). Свиной навоз подвергался более сильному разложению (54% от $C_{орг}$), чем куриный помет и навоз крупнорогатого скота (43 и 31% от $C_{орг}$, соответственно). Наибольшие константы скорости минерализации были свойственны надземной массе и корням клевера, а также надземной массе луговых трав ($0,034-0,054 \text{ сут}^{-1}$), а наименьшие – корням ячменя, тонким корням деревьев и мелким ветвям деревьев ($0,004-0,005 \text{ сут}^{-1}$). Константа скорости минерализации разных видов навоза составляла $0,012 \pm 0,004 \text{ сут}^{-1}$. Чем шире было соотношение C/N в разлагаемом материале, тем меньше была эффективность минерализации ($r = -0,656$, $P = 0,011$) и меньше константа скорости минерализации ($r = -0,689$, $P = 0,006$). Отсутствие корреляций содержания $C_{орг}$ в органическом материале с размерами разложения и константой скорости минерализации, с одной стороны, и наличие таковых, с другой стороны, с содержанием общего азота ($r = 0,645$, $P = 0,013$ и $r = 0,716$, $P = 0,004$, соответственно) указывает, что азот является основным фактором, лимитирующим разложение органических материалов.

Минерализуемый пул у большинства растительных остатков и у всех видов навоза был представлен умеренно ($0,1 > k_2 > 0,01 \text{ сут}^{-1}$) и трудно ($k_2 < 0,01 \text{ сут}^{-1}$) минерализуемыми фракциям, и лишь у надземной массы клевера были идентифицированы легко ($k_1 = 0,143 \text{ сут}^{-1}$) умеренно ($k_2 = 0,010 \text{ сут}^{-1}$) минерализуемые фракции. На долю умеренно минерализуемой фракции (от $0,090$ до $0,042 \text{ сут}^{-1}$) приходится от 5 до 65 % от всего потенциально-минерализуемого органического вещества, а трудно минерализуемой фракцией (от $0,008$ до $0,001 \text{ сут}^{-1}$) представлено 35–95 % пула. Преобладание легко, умеренно или трудно минерализуемых компонентов в составе активного пула органических материалов предопределяет характер их действия на почвенное органическое вещество и цель их внесения в почву.

Таким образом, только некоторая часть органического материала, поступающего в почву, преобразуется в почвенное органическое вещество в виде остаточных продуктов разложения и новообразованной микробной биомассы. Прирост почвенного органического вещества обеспечивается как слабым разложением органического материала, так и благодаря высокой эффективности синтеза микробной биомассы или повышенной оборачиваемости микробной биомассы. С какого момента разложения растительные остатки следует считать почвенным органическим веществом, остается до сих пор не ясным.

Влияние систематического внесения навоза крупнорогатого скота на содержание органического углерода в серой лесной почве. Подстилочный навоз крупнорогатого скота относится к медленно действующим источникам долговременного обогащения пахотной почвы органическим веществом. В микрополевым опыте с возделыванием сельскохозяйственных культур при чередовании содержание $C_{орг}$ в серой лесной низкогумусированной почве за семь лет ежегодного применения подстилочного навоза в возрастающих дозах от 25 до 100 т/га увеличилось в 1,6–2,4 раза.

По мере повышения количества внесенного навоза содержание $C_{орг}$ в почве достоверно возрастало ($r = 0,816$, $P < 0,001$), однако динамика прироста отличалась. Если от доз 25 и 50 т/га наблюдалось достаточно равномерное повышение содержания $C_{орг}$ на протяжении

семи лет, то при дозах 75 и 100 т/га наметилась тенденция насыщения почвы органическим веществом. Считается [2], что для почв тяжелого гранулометрического состава порог насыщения органическим веществом выше, чем для почв легкого состава.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-04-00707-а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Благодатская Е. В. Активность и биомасса почвенных микроорганизмов в изменяющихся условиях окружающей среды / Е. В. Благодатская, М. В. Семенов, А. В. Якушев. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 243 с.
2. Семенов В. М. Стабилизация органического вещества в почве / В. М. Семенов, Л. А. Иванникова, А. С. Тулина // Агрохимия. – 2009. – № 10. – С. 77–96.
3. Burns R. G. Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions / R. G. Burns, J. L. DeForest, J. Marxsen, R. L. Sinsabaugh, M. E. Stromberger, M. D. Wallenstein, M. N. Weintraub, A. Zoppini // Soil Biology and Biochemistry. – 2013. – V. 58. – P. 216–234.
4. Lehmann J. The contentious nature of soil organic matter / J. Lehmann, M. Kleber // Nature. – 2015. – V. 528. – P. 60–68.

УДК 543.9

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРМИКУЛИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ильсова Римма Рашитовна, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», *Россия, Республика Башкирия, г. Уфа*, ilyasova_R@mail.ru

Массалимов Исмаил Александрович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», *Россия, Республика Башкирия, г. Уфа*, ismail_mass@mail.ru

Изучена возможность применения вермикулита, использованного для сорбционной очистки сточных вод от ионов молибдена (6+), в качестве стимулятора роста семян фасоли. Показано положительное влияние вышеуказанного вещества на увеличение содержания свободных аминокислот лейцин и изолейцин.

Ключевые слова: высокодисперсный вермикулит, аминокислоты.

APPLICATION OF VERMICULITE FOR WASTEWATER TREATMENT

Ilyasova R. R., Massalimov I. A.

Studied the possibility of fine vermiculite, used for sorption purification of waste water from ions of molybdenum (6+), as a growth stimulant seed beans. The positive effect of the above substances to increase the content of free amino acids leucine and isoleucine.

Key words: highly dispersed vermiculite and amino acids.

Известно, что свободные аминокислоты являются строительным материалом растительных белков. При этом растения сами способны синтезировать аминокислоты. По мере роста и развития растений происходит изменение содержания аминокислот в тканях в результате расходования их на биохимические превращения, что иногда может привести к гибели растений, поэтому необходимо поддерживать необходимую и даже повышенную концентрацию аминокислот, особенно в период прорастания. Применение питательных смесей на основе природных материалов или их синтетических аналогов способствует решению данной проблемы.

Вермикулит (Mg^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3})₃ [(Al, Si)₄O₁₀]·(OH)₂·4H₂O – природный минерал, в сельском хозяйстве используется для улучшения структуры почв, насыщения минералами тканей растений. Материал также используется для ликвидации разливов нефтепродуктов с твердой и водной поверхностей.

Вермикулит высокодисперсный («модифицированный») с размером частиц 50–100 мкм получен как отход в результате сорбционного извлечения биогенных ионов молибдена (6+) из промышленных сточных вод и предложен для применения в качестве стимулятора роста семян фасоли. Изучено влияние «модифицированного» вермикулита на содержание аминокислот лейцина и изолейцина в вытяжке семян фасоли методом тонкослойной хроматографии. Идентификация аминокислот проведена по коэффициентам подвижности R_f и сравнением с R_f стандартных аминокислот («свидетелей») с известными концентрациями. Для расчета концентрации аминокислот на тонкослойных пластинках использована компьютерная программа «Rossling medical».

Установлены условия, при которых наблюдалась максимальная сорбция ионов молибдена (6+) частицами вермикулита: pH 6,2; соотношение массы вермикулита к объему раствора 1,5 г на 25 мл; время сорбции 35 мин, температура 20⁰С. В этих условиях содержание лейцина и изолейцина увеличивается в 2,5–3 раза по сравнению с контрольным опытом. Таким образом, «модифицированный» вермикулит можно использовать в качестве стимулятора роста семян фасоли.

УДК: 631.862.2

ДЕЙСТВИЕ СВИНЫХ НАВОЗНЫХ СТОКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ КУКУРУЗЫ

Никитин Сергей Игоревич, аспирант, кафедра почвоведения и агрохимии; ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» *Россия*, г. Барнаул, ser.nikitin@mail.ru
Антонова Ольга Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук; профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», *Россия*, г. Барнаул, niihim1@mail.ru

Внесение свиных стоков под предпосевную культивацию повышает урожайность зеленой массы кукурузы в 1,25–1,54 раза. Уровень нормируемых тяжелых металлов не превышает ПДК: содержание Cd составляет 0,0090,011 против 0,011 мг/кг сухого вещества на контроле; Pb – 0,806–1,186 против 0,87 мг/кг; As – 0,027–0,037 против 0,026 мг/кг; Ni – 0,526–1,25 против 0,90 мг/кг. Содержание биогенных микроэлементов в зеленой массе достигает оптимального уровня, но не превышает контроль. В условиях умеренно засушливой зоны на выщелоченных черноземах более эффективна доза стоков 60 м³/га.

Ключевые слова: свиные навозные стоки, доза, урожайность, прибавка, нормируемые тяжелые металлы, биогенные элементы.

EFFECTS OF PIG DRUMS ON CROP PRODUCTION AND ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN THE GREEN MAIZE OF CORN

Nikitin S. I., Antonova O. I.

The introduction of manure drains for pre-sowing cultivation raises the yield of green mass of corn in 1,25–1,54 times. The level of normalized heavy metals does not exceed the MPC: the Cd content is 0,009–0,011 vs. 0.011 mg / kg of dry matter in the control. Pb – 0,806–1,186 against 0,87 mg / kg; As – 0,027–0,037 against 0,026 mg / kg; Ni – 0,526–1,25 against 0.90 mg / kg. The content of biogenic microelements in the green mass reaches an optimal level, but does not exceed control. In conditions of a moderately arid zone on leached chernozems, a more effective dose of manure drains is 60 m³/ha.

Key words: pig manure, dose, yield, increase, normalized heavy metals, biogenic elements

Введение. Применение высоких доз органических удобрений может сопровождаться повышением не только количественной стороны продуктивности сельскохозяйственных культур, но и ухудшением качества продукции за счет накопления нитратов и тяжелых металлов [10].

Особое значение имеет изучение химического состава зеленой массы кукурузы, идущей для приготовления силоса и используемого в кормлении животных. В этом случае согласно цепи «почва – удобрение – вода – корма животные – человек» токсичные металлы могут попадать в молоко и мясо животных, а затем в пищу человеку [1, 9, 10].

Имеются многочисленные результаты исследований по эффективности применения жидкого навоза, навозных стоков и осадков сточных вод при возделывании различных сельскохозяйственных культур [9]. При этом отмечается большое варьирование элементов: коэффициенты вариации для Co, Zn и Mo достигают 82–127 %, а Mn, Cu – 56–75. По данным В. Г. Попова в более значительных количествах кукуруза потребляет Mn (8 кг/т массы), Zn (5 г/т массы) и (Cu 2 кг/т массы) [6].

Т. В. Починова и Н. Г. Захаров установили, что ОСВ не влияли на накопление Zn, Ni, Cu, Pb, Cd, Hg, Cr, а при увеличении дозы внесения навоза их содержание оставалось либо неизменным, либо повышалось в пределах 0,1–0,2 единицы [7]. Ni представляет наибольшую опасность при использовании стоков, т. к. его содержание составляет в зеленой массе кукурузы 2,18 – 2,4 против 2,08 мг/кг на контроле и ПДК 3 мг/кг. Аналогичные результаты получены Л. И. Сергиенко, Б. С. Семеновым с внесением возрастающих доз ОСВ (40, 60 и 80 т/га): загрязнения зеленой массы кукурузы относительно ПДК и МДУ не было установлено [8].

Целью настоящей работы явилось изучение действия разных доз навозных стоков на урожайность зеленой массы кукурузы и накопление нормируемых и биогенных тяжелых металлов.

В задачи входило: 1) определение величины урожайности зеленой массы кукурузы; 2) оценка содержания в ней нормируемых тяжелых металлов – Cd, Pb, As, Ni и Hg и жизненно необходимых биогенных элементов (Cu, Fe, Zn, Mn, Mo) относительно ПДК и МДУ для кормов.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований были выбраны свиные навозные стоки свиного комплекса на 30 тыс. голов свиней ООО «Система» Топчихинского района Алтайского края. Кукуруза раннеспелого гибрида Росс 199 МВ. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый.

Оценка действия стоков проводилась по величине урожайности зеленой массы и содержания тяжелых металлов, включая биогенные микроэлементы. Содержание тяжелых металлов определяли атомно-абсорбционным методом на атомно-иммисионном спектрофотометре Optima 6000 [5].

Свиные навозные стоки характеризовались содержанием: N_{общ}, % на нат. вл – 0,123, P₂O₅ _{общ}, на нат. вл – 0,3, K₂O_{общ}, % на нат. вл – 0,070. Cd – 0,708 мг/кг; Pb – 0,801; As – 0,17; Cu – 36,706; Fe – 168,092; Zn – 55,778; Mn – 19 мг/кг сух. в-ва.

Дозы их внесения 30, 60, 90 м³/га взяты с учетом максимально возможного внесения за один проход разбрасывателя РЖТ-16 вноситься 30 м³/га, за один проход с наложением – 60 м³/га и за 2 прохода – 90 м³/га. Удобрения вносили под предпосевную культивацию.

Результаты исследований. Годы проведения опытов (2015–2017 гг.) отличались по погодным условиям: 2016 г. характеризовался избыточным увлажнением по сравнению с остальными, а 2015 был наиболее засушливым. Кукуруза наиболее требовательна к влаге во 2-й половине вегетации: ГТК за этот период в 2016 и 2017 соответственно 1,1, в то время как в 2015 – 0,6. Эти особенности обусловили разную величину урожая и прибавок (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы кукурузы по годам, т/га

Варианты	2015 г.			2016 г.			2017 г.			В среднем за 3 года		
	Урожайность	Прибавка		Урожайность	Прибавка		Урожайность	Прибавка		Урожайность	Прибавка	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%		т/га	%
Контроль	15,4	–	–	41,4	–	–	40,4	–	–	32,4	–	–
Стоки 30 м ³ /га	25,7	10,3	66,6	45,3	3,9	9,4	50,5	10,1	25,0	40,5	8,1	25,0
Стоки 60 м ³ /га	35,6	20,2	131,0	56,3	14,9	36,0	58,8	18,4	45,5	50,2	17,8	54,9
Стоки 90 м ³ /га	22,1	6,7	43,6	64,2	22,8	55,0	61,8	20,4	50,5	49,4	17,0	52,5
НСР ₀₅ , т/га	1,5			1,4			1,4					

В среднем за 3 года внесение 60 и 90 м³/га обеспечивает наибольшую урожайность кукурузы – в 1,52–1,54 раза превышающую контроль. При этом повышаются показатели качества [3, 4].

Безопасность кормов для животных оценивается по содержанию таких тяжелых металлов, как Cd, Pb, As, Ni и Hg. Анализ зеленой массы на содержание этих элементов приведен в таблице 2. Содержание Hg находилось в пределах < 0,009 мг/кг, что значительно ниже ПДК.

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в зеленой массе кукурузы (среднее за 3 года) мг/кг

Элемент	Контроль	Стоки 30 м ³ /га	Стоки 60 м ³ /га	Стоки 90 м ³ /га	МДУ; ПДК
Cd	0,011	0,01	0,011	0,009	0,3
Pb	0,87	0,89	1,186	0,806	5,0
As	0,026	0,027	0,017	0,037	0,5
Ni	0,899	1,137	1,251	0,526	3,0
Cu	5,50	5,03	5,1	5,456	30,0
Fe	63,21	79,78	73,47	87,9	100,0
Zn	22,12	19,76	18,82	17,1	50,0
Mn	33,34	34,08	38,17	37,37	
Mo	0,18	0,226	0,197	0,356	2,0

Согласно полученным результатам во все годы уровень нормируемых элементов, относящихся к группе наиболее опасных для животных не превышает ПДК и находится по всем вариантам внесения стоков на низком уровне : по Cd – 0,005–0,031 мг/кг при ПДК 0,3 мг/кг, по Pb – 0,122–1,439 при ПДК 5 мг/кг, по As – < 0,015–0,081 при ПДК 0,5 мг/кг и по Ni – 0,306, 1,666 при ПДК – 3 мг/кг.

С учетом низкой и средней обеспеченности пахотных почв Алтайского края, и в том числе хозяйства, где проводились исследования, микроэлементами важным является определение их в зеленой массе кукурузы по вариантам внесения стоков (таблица 2).

По данным В. Б. Ильина и А. И. Сысо [2] в листьях кукурузы в период цветения оптимальным можно считать содержание в мг/кг: Fe 21–150; Mn 21–200; Zn 21–70; Cu 6–20; Mo 0,1–0,2; Co 0,4–0,6; B 6–25. Согласно нашим данным, в зеленой массе кукурузы в фазу молочной спелости содержание Cu, Zn и Mn только в более засушливых условиях не достигает оптимального уровня по всем вариантам, в то время как по Fe и Mo, и по всем элементам в более благоприятных условиях увлажнения второй половины вегетации, оно было оптимальным, в результате чего формировался сравнительно высокий урожай зеленой массы.

Таким образом, применение свиных навозных стоков в кормовом севообороте под кукурузу в дозах 60 и 90 м³/га существенно увеличивает урожайность зеленой массы, не способствует накоплению таких нормируемых элементов, как Cd, Pb, As, Hg, и Ni, и обеспечивает оптимальный уровень содержания жизненно необходимых микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo). Таким образом, регулярное внесение стоков в указанных дозах в кормовом севообороте безопасно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Важенин И. Т. О нормировании загрязненности почвы выбросами промышленных предприятий // Химия в сельском хозяйстве / И. Т. Важенин. – 1985. – № 6. – С. 42–45.
2. Ильин В. Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В. Б. Ильин, А. И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
3. Крутько М. А. Влияние возрастающих доз навозных стоков на урожайность и качество зеленой массы кукурузы / М. А. Крутько, О. И. Антонова // Аграрная наука – сельскому хозяйству : Материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. кн II. – С. 135–137.
4. Никитин С. И. Агрохимическая и агроэкологическая оценка внесения навозных стоков в умеренно-засушливой степи Алтайского края / Никитин С. И. Антонова О. И. // Аграрная наука – сельскому хозяйству : Материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. . – Кн II. – С. 218–220.

5. Обухов А. И. Атомно-адсорбционный анализ в почвенно-биологических исследованиях / А. И. Обухов, И. О. Плеханова. – М. : Из-во МГУ, 1991. – 184 с.
6. Попов Г. Н. Влияние микроэлементов на урожай кукурузы и на некоторые физиологические процессы, определяющие засухоустойчивость / Г. Н. Попов // Физиологическая роль микроэлементов у растений. – М. : Наука, Ленингр. отд., 1970. – С. 208–215.
7. Починова Т. В. Влияние норм внесения ОСВ на качество зеленой массы кукурузы / Т. В. Починова, Н. Г. Захаров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 30.–35.
8. Сергеев Л. И. Приемы и способы утилизации осадков сточных вод почвенным методом / Л. И. Сергеев, Б. С. Семенова, В. П. Кривошеев // Экологически безопасное использование сточных вод и животноводческих стоков в сельском хозяйстве. – Барнаул, 1995. – С. 234–239.
9. Химическое загрязнение почв и их охрана : Словарь – справочник / Д. С. Орлов, М. С. Малинина и др. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 184 с.
10. Экологически безопасные методы использования отходов : монография / Р. В. Воробьева, В. Т. Додолина, Г. Е. Мерзлая и др. – Барнаул, 2000. – 554 с.

УДК 631.85

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПРОПЕЛЯ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЁМОВ

Заманов Паша Байрам оглы, доктор аграрных наук, профессор, Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку*, organic-fertilizer@outlook.com

Пашаев Рагим Аршад оглы, доктор философии по аграрным наукам, доцент, Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку*, organic-fertilizer@outlook.com

Векилова Эльмира МирзаАга кызы, доктор философии по аграрным наукам, доцент, Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку*, organic-fertilizer@outlook.com

В статье приведены результаты научно-исследовательских работ по использованию илов (сапропелей) пресноводных водоемов под различные сельскохозяйственные культуры. Изучен их химический состав илов и их действие на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Результаты полевых опытов выявили положительные свойства илов (сапропелей) пресноводных водоемов в поддержании плодородия почв: при их использовании увеличивалось количество подвижных форм питательных элементов (NPK) в почве. При этом решается проблема заиливания пресноводных водоемов, а илы используются в качестве удобрений.

Ключевые слова: плодородие почв Азербайджана, илы пресноводных водоемов, урожайность сельскохозяйственных культур.

INCREASE OF FERTILITY OF SOIL WITH USE OF SAPROPEL OF FRESH-WATER RESERVOIRS

Zamanov P. B., Pashayev R. A., Vekilova E. M.

In article results of research works on use sapropel's of fresh-water reservoirs under various agricultural crops are resulted. Their chemical compound and their action on fertility of soils and productivity of agricultural cultures is studied. Results of field experiments have revealed positive aspects sapropel's of fresh-water reservoirs in maintenance of fertility of soils: at their use the quantity of mobile forms of nutritive elements (NPK) in soil increased. The problem of silting of fresh-water reservoirs thus dares, and sapropel's are used as fertilizers.

Keywords: soil fertility of Azerbaijan, sapropel's of fresh-water reservoirs, productivity of agricultural crops.

Введение. Все растения ежегодно выносят из почвы часть питательных веществ вместе с урожаем. Совершенно естественно, что их запасы должны пополняться [1]. Обычно

углерод, кислород и воду организмы добывают из воздуха и почвы, а дополнительно им необходимо поставлять азот, фосфор, калий и микроэлементы [1, 2].

Одним из удобрений, содержащих все данные элементы, является сапропель (ил) пресноводных водоёмов. Термин "сапропель" означает "гнилой ил" и был предложен Лаутенбергом в 1901 г. и независимо от него Г. Потонье в 1904 г. В группе минеральных и органических лечебных грязей их объединяют общим названием пелоиды, что означает илы [4].

Сапропели – донные отложения пресноводных водоемов, состоящие из органического вещества и минеральных примесей, сформировавшиеся в результате биохимических, микробиологических и физико-механических процессов из остатков населяющих данный водоём растительных и животных организмов, а также приносимых водой и ветром органических частиц. Распространены сапропели повсеместно в водоёмах любых размеров, а с особо высокой ценностью (высоким органосодержанием) – в малых водоёмах, небольших озёрах, ставках, ручьях, оросительных каналах [5].

Сапропели относятся к возобновляемым природным ресурсам и являются уникальным природным органическим сырьём [3]. Качество сапропелей зависит от содержания в нём питательных элементов. На основании технических условий сапропелевые удобрения делят на три группы (таблица 1).

Таблица 1

№	Массовая доля питательных веществ % на сухое вещество	Марка сапропеля		
		А	Б	В
1	Общего азота, не менее, %	1,5	0,7	1,0
2	Общего фосфора, не менее, %	0,3	0,1	0,3
3	Общего калия, не менее, %	0,1	0,1	0,1
4	Органическое вещество, не менее, %	50	15	30
5	pH	5,0	Не ограничено	5,0

В состав органической части сапропеля входят гуминовые кислоты, фульвокислоты, белки, жиры, протеины, витамины, гормоны, каротиноиды, антиоксиданты, стимуляторы роста, антибиотики и ряд других веществ. В сапропелях найдено много ферментов, например, каталазы, пероксидазы, редуктазы и др. [3–5]. Минеральная часть сапропелей, кроме указанных в таблице 1 макроэлементов, содержит также большое количество микроэлементов (йода, кобальта, меди, марганца, молибдена, бора, брома, титана и др.). Набор этих веществ и их концентрации во многом обусловлены условиями отложения сапропеля, составом фауны и флоры водоемов, особенностями биогеохимической зоны и глубиной залегания. Глубина залегания сапропелевых отложений наиболее часто находится в пределах от 3 до 12 м, а иногда достигает 40 м [5].

Основные компоненты, необходимые для питания растений, такие как SiO_2 , K_2O , P_2O_5 , CaO и т.д., содержатся в сапропеле как в валовых, так и в подвижных формах. При использовании сапропеля в качестве удобрения почва получает азота и фосфора более чем в 2 раза, по сравнению с обычными минеральными удобрениями. Положительные свойства сапропеля сохраняются в течение 6 лет [5].

Результаты и их обсуждение. В связи с этим нами были проведены лабораторные и полевые опыты по изучению состава распространенных на территории Азербайджанской Республики сапропелей и их влияния на плодородие почв и урожайность различных сельскохозяйственных культур. Был изучен химический состав иловых отложений Апшеронского канала, результаты лабораторных анализов приведены в таблице 2. Как видно из проведенных анализов, сапропель содержит все вещества необходимые для развития и роста растений.

Нами были проведены полевые опыты по изучению влияния ила Апшеронского канала на динамику доступных форм питательных элементов (N,P,K) в почве, рост, развитие, урожайность и некоторые качественные показатели растений подсолнечника и оливы. Опыт был поставлен в условиях орошаемой серо-бурой почвы в маслинном хозяйстве «3MS LTD» (пос. Говсаны).

Таблица 2 – Органоминеральный состав иловых отложений Апшеронского канала

№	Химический состав иловых отложений Апшеронского канала, %	Количество
1	pH	6,5-7,0
2	Органическое вещество в	17
3	Минеральное вещество	83
4	Валовой азот	1,50
5	Валовой фосфор	0,56
6	Валовой калий	1,70
7	Fe ₂ O ₃	1,6
8	CaO	10,0
9	SiO ₂	60

Проведённые исследования показали, что при внесении ила Апшеронского канала в орошаемую серо-бурую почву отдельно и совместно с минеральными удобрениями под подсолнечник в горизонте почвы 0–30 см увеличивается сумма аммиачного и нитратного азота в фазе появления первой пары настоящих листьев от 7,5 до 12,2 мг/кг, в фазе цветения от 8,5–13,4, в конце вегетации от 7,5 до 14,1, количество подвижных форм фосфора возрастает на 6,5–9,6; 8,9–12,0; 8,3–11,0 мг/кг и обменного калия на 20–40; 15–30; 10–25 мг/кг по сравнению с контролем без удобрений (таблица 3). На контроле соответственно 19,0; 18,3; 15,8; 13,5; 12,6; 11,8 и 300; 280; 260 мг/кг. Наилучшие результаты получены в варианте, где вносился ил Апшеронского канала 10 т/га совместно с минеральными удобрениями N₅₀P₂₅K₆₀.

С применением различных доз иловых отложений отдельно и совместно с минеральными удобрениями прибавка урожая подсолнечника в условиях орошаемой серо-бурой почвы составила от 1,6 до 3,8 ц/га, или 13,3–31,6 % по сравнению с контролем без удобрений. Наибольшая прибавка урожая подсолнечника отмечена на варианте, где совместно вносился ил 20 т/га + N₅₀P₂₅K₆₀, – 3,8 ц/га, или 31,6 % по сравнению с контролем без удобрений, где урожайность составила 12,0 ц/га. Проведенная вариационно-статистическая обработка данных по урожайности подтвердила достоверность полученных прибавок по вариантам опыта.

Таблица 3 – Влияние различных доз ила Апшеронского канала отдельно и совместно с минеральными удобрениями на динамику питательных элементов (NPK) в почве по фазам развития растений подсолнечника

№	Варианты	Горизонт, см	Сумма аммиачного и нитратного азота (N/NH ₄ ⁺ +N/NO ₃ ⁻), мг/кг			Подвижные формы фосфора P ₂ O ₅ , мг/кг			Обменный калий K ₂ O, мг/кг		
			Фаза появления первой пары настоящих листьев	Фаза цветения	Конец вегетации	Фаза появления первой пары настоящих листьев	Фаза цветения	Конец вегетации	Фаза появления первой пары настоящих листьев	Фаза цветения	Конец вегетации
1	Контроль б/у	0–30	19,0	18,3	15,8	13,5	12,6	11,8	300	280	260
2	Навоз 20 т/га	0–30	26,5	26,8	23,3	20,0	21,5	20,1	320	295	270
3	Ил Апшер. канала 20 т/га	0–30	27,5	28,0	24,5	20,5	22,0	20,9	325	300	273
4	Ил Апшер. канала 40 т/га	0–30	28,5	29,2	26,4	21,3	23,0	21,7	330	302	275
5	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀ (экв. 20 т навоза)	0–30	29,8	30,2	28,3	22,4	23,8	22,1	335	305	280
6	Навоз 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0–30	30,8	31,3	29,2	22,9	24,3	22,6	338	308	285
7	Ил Апшер. канала 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0–30	31,2	31,7	29,9	23,1	24,6	22,8	340	310	285

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что при внесении ила Апшеронского канала отдельно и совместно с минеральными удобрениями, в почве увеличивается содержание питательных элементов (N, P, K), повышается урожайность и улучшаются качественные показатели подсолнечника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заманов П. Б. Действие новых видов органических удобрений на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур / П. Б. Заманов, Ф. Г. Исаева, Э. М. Векилова,

С. Т. Талыбова, Э. Э. Рустамова, Л. Ш. Шахмамедова // Тр. по почвоведению и агрохимии. – Баку, 2004. – С. 544–560.

2. Пашаев Р. А. Эффективность использования ила пресноводных водоемов в качестве удобрения / Р. А. Пашаев // Интеграция науки и бизнеса в агропромышленном комплексе. – Материалы Международ. научн.-практ. конф. Курган ГСХА, 2014. – Т. 3. – С. 271–274.

3. Попов П. Д. Справочник : органические удобрения. – М. : ВО Агропромиздат, 1988. – 204 с.

4. Дрё Ф. Экология / Ф. Дрё. – М. : Изд-во Атомиздат, 1976. – 167 с.

5. Использование вторичных сырьевых ресурсов в отраслях АПК. – М. : Россельхозиздат, 1987. – 111 с.

УДК 631.4

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОЛАНДШАФТОВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ С ПОЗИЦИЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Корсунова Татьяна Михайловна, кандидат биологических наук, профессор кафедры ландшафтный дизайн и экология ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА им. В. Р. Филиппова», Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, tatyana.korsunova.45@mail.ru

Сорокина Юлия Борисовна, аспирант кафедры ландшафтный дизайн и экология ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА им. В. Р. Филиппова», Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, juliayankova1988@mail.ru

Имескенова Эржэна Гавриловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтный дизайн и экология ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА им. В. Р. Филиппова», Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, imesc@mail.ru

Коновалова Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтный дизайн и экология ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА им. В. Р. Филиппова», Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, konovelena@mail.ru

Татарникова Валентина Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ландшафтный дизайн и экология ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА им. В. Р. Филиппова», Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, pyu@inbox.ru

Приводятся результаты исследований влияния комплексного микробиологического удобрения на урожайность овощных культур открытого грунта в Байкальском регионе.

Ключевые слова: микробиологическое удобрение, овощные культуры, урожайность.

ECOLOGICAL PROBLEMS OF AGROLANDSCAPES OF THE BAIKAL REGION AND APPROACHES TO THEIR SOLUTION FROM THE POSITIONS OF BIOTECHNOLOGY

**Korsunova T. M., Sorokina Yu. B., Imeskenova E. G.,
Konovalova E. V., Tatarnikova V. Yu.**

The results of studies of the effect of complex microbiological fertilizers on the yield of open crop vegetables in the Baikal region are presented.

Key words: microbiological fertilizer, vegetable crops, yield

Являясь важнейшей сферой природопользования, аграрная сфера многопланово и зачастую отрицательно влияет на природные комплексы, порождая острые экологические проблемы. Рациональное природопользование предполагает снижение ресурсо-, материало- и энергоёмкости сельскохозяйственного производства, внедрение малоотходных технологических систем и процессов, оптимизацию агроландшафтов, производство экологически безопасной продукции. Сельскохозяйственным технологиям принципиально важно придать экологическую направленность с учетом особенностей специализации и природно-ресурсного потенциала территории, специфики агроландшафтов.

Главное назначение агроландшафта – производство сельскохозяйственной продукции, максимально возможной для данных экологических условий. Стремление к увеличению продуктивности за счет химизации ведет к загрязнению среды, нередко превышающему допустимые экологические нормы. Увеличение площади распаханых территорий за счет склонов приводит к усилению процессов почвенной эрозии. Это определяет необходимость реализации мер по оптимизации агроландшафтов на основе принципов органического земледелия.

Для Байкальского региона Республики Бурятия характерен комплекс экологических проблем – негативных изменений в окружающей среде, которые возникают в результате хозяйственной деятельности человека в силу специфики природопользования, в том числе и в аграрной сфере: это де гумификация почв, проявление эрозионных процессов, вынос эрозийного материала в озеро Байкал, локальные очаги опустынивания, перевыпас на пастбищах, сокращение биоразнообразия, загрязнение продукции опасными ксенобиотиками, нарушение экологических функций почвы. Очевидная острота и актуальность экологических проблем землепользования в республике предопределяют необходимость экологизации природопользования, перехода к альтернативным экологически ориентированным системам земледелия, устойчивому развитию сельского хозяйства на основе принципов органического земледелия. Перспективным направлением репродукции почвенного плодородия, оптимизации почвенно-биотического комплекса агроэкосистем и получения экологически безопасной продукции является применение методов биотехнологии для получения биоудобрений с использованием микроорганизмов в форме препаратов комплексного действия. Биоудобрения приводят в движение большие резервы питательных веществ, находящихся в почве, включая фосфор, калий, делая их доступными для растений; существенно оптимизирует гумусовый потенциал почв, и дают возможность получать экологически безопасную продукцию растениеводства.

Приводятся результаты исследования в данном направлении по теме: «Оптимизация агроэкологических условий возделывания овощных культур на основе применения нетрадиционных почвоулучшителей». На основе договора «О творческом сотрудничестве» с коммерческим предприятием «СадЭМ» в 2015 г. был заложен мелкоделяночный опыт в пригороде Улан-Удэ с культурами свекла Бордо-237 и морковь Нантская 4, с целью изучения влияния комплексного биоудобрения как почвоулучшителя на урожайность овощных культур [1]. Опыт проводился с 5 вариантами по каждой культуре:

- 1 (B1) – контроль (без применения препаратов);
- 2 (B2) – перегной КРС;
- 3 (B3) – перегной КРС + удобрение микробиологическое «БиЭМ» (марки сухое);
- 4 (B4) – перегной КРС + удобрение микробиологическое «БиЭМ» (марки водный раствор);
- 5 (B5) – перегной КРС + биогумус «БиЭМ».

Таблица 1 – Биологическая урожайность моркови столовой Нантская 4 (средняя по вариантам, кг) за период 2015–2017 гг.

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1	3,20	3,57	3,17
2	3,24	4,12	3,27
3	4,21	5,03	4,20
4	3,95	4,92	3,78
5	3,65	4,56	3,28

Как свидетельствуют результаты, наибольшая урожайность товарной продукции моркови Нантская 4 получена в вариантах 3 (перегной КРС + удобрение микробиологическое «БиЭМ» (марки сухое) и 4 (перегной КРС + удобрение микробиологическое «БиЭМ» (марки водный раствор). В пересчете на 1 га урожайность корнеплодов моркови в данных вариантах составила: 18,71 и 17,56 т/га в 2015 г.; 22,36 и 21,87 т/га в 2016 г.; 18,67 и 16,8 т/га соответственно в 2017 г. Меньшую эффективность продемонстрировал перегной в сочетании с биогумусом «БиЭМ». Применение же одного перегноя КРС без применения микробиологиче-

ских препаратов во 2-м варианте наименее эффективно. В этом случае прибавка урожая по сравнению с контролем составила (%) всего лишь 1,3 в 2015 г.; 15,4 в 2016 г. и 3,2 в 2017 г.

Таблица 2– Биологическая урожайность свеклы столовой Бордо 237 (средняя по вариантам, кг) за период 2015–2017 гг.

Вариант	2015	2016	2017
1	4,75	4,91	4,82
2	5,21	5,14	4,87
3	6,31	6,56	6,12
4	5,88	5,56	5,70
5	5,56	5,43	5,11

Аналогичная предыдущей проявляется закономерность и в опыте с культурой свеклы – наибольшая урожайность получена в вариантах 3 и 4, что в пересчете на 1 га составило: 28,04 и 26,13 т/га в 2015 г.; 29,16 и 24,7 т/га в 2016 г.; 27,18 и 25,32 т/га в 2017 г.

В целом по итогам опытов за все 3 года (2015–2017 гг.) можно сделать следующие выводы по исследованным препаратам: препарат с торговым названием «Перегной КРС» содержит большое количество органического вещества, однако оно труднодоступно для растений по причине обедненности почв Республики Бурятия микрофлорой. Добавление же к «Перегною КРС» микробиологических препаратов «БиЭМ» повышает урожайность. Между вариантами 3 и 4 разница в увеличении урожайности незначительна, так как применялся один и тот же препарат разных марок (сухое, водный раствор). Возможно, в рабочем растворе, полученном путем разведения сухого препарата, содержание микроорганизмов больше. Следует отметить, что средняя урожайность обеих культур в 2017 г. была снижена по сравнению с предыдущими годами в связи с засушливыми погодными условиями (особенно неблагоприятна воздушная засуха), однако общая тенденция влияния испытываемых препаратов на опытные культуры четко прослеживается даже при наличии этого фактора.

Вывод. Применение биоудобрений с микроорганизмами в форме препаратов комплексного действия является эффективным приемом повышения продуктивности агроландшафтов с возделыванием овощных культур.

ЛИТЕРАТУРА

Езепчук Л. Н. Адаптивные технологии возделывания овощных культур открытого грунта в Забайкалье : монография / Л. Н. Езепчук. – Улан-Удэ : изд-во БГСХА им. В. Р. Филиппова, 2007. –150 с.

УДК 635.63:631.544.4

НОВЫЕ ВИДЫ ТЕПЛИЧНЫХ ТОРФЯНЫХ ГРУНТОВ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗИМНИХ ТЕПЛИЦАХ

Томсон Алексей Эммануилович, кандидат химических наук, доцент, Институт природопользования НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Минск, altom@ecology.basnet.by

Жмакова Надежда Анатольевна, кандидат технических наук, Институт природопользования НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Минск, zhmakova@mail.ru

Рассоха Николай Федорович, кандидат сельскохозяйственных наук, Институт овощеводства НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Минск, rassocha@hause.gov.by

Макарова Наталья Леонидовна, кандидат технических наук, Институт природопользования НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Минск, nat.makarova05@gmail.com

Приведены физико-химические свойства торфо-растительных грунтов и результаты их испытаний при выращивании огурца и томатов в зимних теплицах. Показано, что применение смешанных торфо-растительных грунтов позволяет существенно экономить расход торфа, поливной воды, вносимых элементов минерального питания и повысить урожайность овощных культур в теплицах в малообъемной культуре.

Ключевые слова: торфо-растительные грунты, теплицы, огурец, томаты, минеральное питание, поливная вода, урожайность.

NEW TYPES OF GREENHOUSE PEAT SOIL WITH PLANT ADDITIVES AND THEIR USE IN WINTER GREENHOUSES

Tomson A. E., Zhmakova N. A., Rassoha N. F., Makarova N. L.

Data and physical and chemical properties of peat-vegetative grounds and results of their test are given at cultivation of cucumber and tomato in winter hothouses. It has been shown, that application of mixed peat-vegetative grounds allows to save essentially the peat, the irrigation water, applied elements of mineral nutrition consumption and to raise productivity of vegetable crops in hothouses in a small-scope crop.

Keywords: peat and vegetable soil, greenhouses, cucumber, tomato, mineral nutrition, irrigation water productivity.

Большое распространение в качестве основы тепличных грунтов в Республике Беларусь получил малоразложившийся сфагновый торф, добываемый торфопредприятиями в виде фрезерной крошки. Он является также предметом экспорта в ряд стран ближнего и дальнего зарубежья.

Залежи такого торфа в Беларуси интенсивно срабатываются, поэтому представлялось целесообразным частично заменить торфяное сырье растительными отходами. В качестве таких добавок к торфяному грунту использовали лузгу гречневую – отход крупяного производства и костру льна, которые вносили в торфяную массу в различных соотношениях.

Качество грунта во многом определяется его физико-химическими свойствами, поэтому сфагновый торф и растительное сырье характеризовали по показателям насыпной плотности, величины рН водной вытяжки, содержания влаги и золы (таблица 1).

Таблица 1 – Общая физико-химическая характеристика компонентов грунтов

Компоненты субстрата	Относительная влажность, %	Зольность, %	рН водной вытяжки	Насыпная плотность, г/см ³
Сфагновый торф, R=15–20 %	48,4	2,8	4,2	0,28
Костра льна	3,7	2,2	6,7	0,12
Лузга гречневая	8,0	1,8	6,3	0,34

Как видно из приведенных данных, сфагновый торф в сравнении с лузгой гречневой и кострой льна имеет более высокую влажность и зольность, которая составляет соответственно 48,4 и 2,8 %. В костре льна эти показатели не превышают 3,7 и 2,2 %, а в лузге гречневой – 8,0 и 1,8 %. При этом водная вытяжка сфагнового торфа имеет кислую реакцию среды (рН 4,2), а используемые растительные добавки – близкую к нейтральной. Для лузги и костры характерны более низкие показатели насыпной плотности: соответственно 0,34 и 0,12 г/см³.

Исследован компонентный состав органической массы торфа, растительных отходов, грунтов на их основе и его изменения в процессе эксплуатации при выращивании томатов. Наиболее высоким выходом водорастворимых и легкогидролизуемых веществ отличались лузга гречневая (6,1 и 36,7 %) и торф (5,3 и 28,2 %). Торф характеризовался также высоким выходом гуминовых веществ (37,8 %), а в растительном сырье щелочерастворимые продукты составляли 12,5...13,9 %. В лабораторных условиях на тест-культурах растений все фракции водо- и щелочерастворимых веществ, выделенных из грунтов, повышали всхожесть и энергию прорастания семян, при этом по уровню биологической активности водные экстракты были не намного слабее щелочерастворимых фракций.

В процессе эксплуатации грунтов в составе органической части происходят заметные изменения, способствующие деструкции высокомолекулярных компонентов с одновременным повышением содержания водорастворимых веществ, обогащенных биологически активными соединениями: аминокислотами, карбоновыми кислотами, меланоидинами и гуминовыми веществами, что положительно сказывается на развитии растений и урожайности овощных культур [1, 2].

Испытания торфо-растительных грунтов проведены в зимних теплицах РПУП «Минская овощная фабрика» при выращивании огурца и томатов в малообъемной культуре. Высадка рассады производилась в полиэтиленовые пакеты размером 70х40 см – по два растения в пакет,

наполненный грунтом. При основной заправке в грунты вносили 1,4 % азота, до плодоношения – 19,3 %, во время плодоношения – 79,3 %. Фосфор и калий вносили по аналогии: 30,6; 18,1; 51,3 % и 3,3; 23,2; 73,4 %, а кальций и магний – 9,1; 13,6; 78,3.

Установлено, что применение торфо-растительных питательных грунтов положительно сказывается на валовом сборе овощной продукции. Так, плодоношение томатов, которое длилось с 30 апреля по 30 сентября, привело к валовому сбору в контроле 241 т/га, в опытах с различным содержанием костры в грунте – 253...259 т/га, а с добавками лузги – 273...283 т/га. При этом наиболее высокая урожайность томатов получена при введении в грунт 20 % лузги гречневой и 20 % костры льна (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние грунтов на валовой сбор томатов и расход поливной воды

Состав грунтов, %	Валовой сбор, т/га	Расход воды на 1 кг томатов, л			
		до плодоношения	в период плодоношения	Всего	
				л	% к контролю
Торф 100 (контроль)	241,0	2,70	35,60	38,34	-
Торф+костра льна 80:20	258,5	2,56	33,19	35,74	6,8
Торф+костра льна 50:50	252,2	2,55	33,10	36,65	7,1
Торф, 100 (контроль)	247,9	2,66	34,61	37,27	-
Торф+лузга гречневая 80:20	283,2	2,36	30,72	33,08	11,3
Торф+лузга гречневая 50:50	273,1	2,42	31,42	33,89	9,3

При выращивании огурца также наблюдалась аналогичная закономерность, когда наибольший сбор урожая был снят в опытах с 20 %-ной добавкой к торфяному грунту лузги гречневой и костры льна – 40...43 т/га, в то время как в контроле он составлял лишь 34 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние грунта на валовой сбор огурца и расход поливной воды

Состав грунта, %	Валовой сбор, т/га	Расход поливной воды, л/кг	Расход воды, % к контролю
Сфагновый торф, 100	34,0	44,7	-
Торф + костра льна 80 : 20	40,0	37,8	16,0
Торф + лузга гречневая 80 : 20	43,1	26,3	42,0

Эксплуатация торфяно-растительных грунтов приводит к снижению расхода поливной воды. Так, для получения 1 кг томатов на торфяном грунте в малообъемной культуре требуется 38 л воды, на грунтах с кострой льна — 35,7...36,7 л, а на грунтах с лузгой гречневой — 33,1...33,9 л (таблица 3). При этом наименьший расход воды отмечен при выращивании томатов на грунте, содержащем в качестве добавки 20 % лузги гречневой. Основной объем воды экономится на стадии плодоношения. Экономия поливной воды при выращивании огурца резко возрастает на субстрате с гречневой лузгой (расход 26,3 л/кг огурца), в то время как на грунте с кострой льна — 37,8 л/кг, а в контроле — 44,7 л/кг.

Установлено, что выращивание огурца и томатов на торфяно-растительных грунтах существенно экономит элементы питания. Так, при вегетации огурца расход азота, фосфора и калия в контроле составил соответственно 24,78; 3,85 и 33,6 г на 1 кг продукции, а на торфяно-растительных грунтах эти показатели существенно ниже: 21,13; 3,33 и 28,6 г на 1 кг продукции – для грунта, включающего 20 % костры льна; 19,6; 3,08 и 26,49 г на 1 кг огурца – для грунта, содержащего 20 % лузги гречневой. В опытах с томатами по расходным показателям элементов питания получены аналогичные закономерности (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние субстратов на расход элементов питания при выращивании огурца

Состав грунта, %	Расход элементов питания на 1 кг огурца					
	Азот		Фосфор		Калий	
	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю
Сфагновый торф, 100 (контроль)	24,78	–	3,85	–	33,60	–
Торф+костра льна 80:20	21,13	-15,0	3,33	-14,0	28,60	-15,0
Торф+лузга гречневая 80:20	19,6	-21,0	3,08	-20,0	26,49	-22,0

Таким образом, использование смешанных грунтов, включающих в качестве добавок (до 20 %) костру льна и лузгу гречневую, позволяет существенно экономить расход торфа, поливной воды, вносимых элементов минерального питания и повышать урожайность овощей в теплицах в малообъемной культуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степура М. Ф. Научные основы интенсивных технологий овощных культур / М. Ф. Степура. – Минск : Издат. Вараксин А. Н., 2011. – 295 с.
2. Томсон А. Э. Торф и продукты его переработки / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 328 с.

УДК 635.1/631.811.98

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ТОМАТА И ОГУРЦА НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Наумова Галина Васильевна, доктор технических наук, профессор, *Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, zhmakova@mail.ru*
Степура Мечислав Францевич, доктор сельскохозяйственных наук, *Институт овощеводства НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, mfstepuro@mail.ru*
Рассоха Николай Федорович, кандидат сельскохозяйственных наук, *Институт овощеводства НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, rassocha@hause.gov.by*
Овчинникова Татьяна Феликсовна, кандидат технических наук, *Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск*

Изучено влияние гуминовых препаратов на урожайность и качество плодов томата и огурца на различных уровнях плодородия дерново-подзолистей почвы. Показано, что применение регуляторов роста растений гуминовой природы на почвах низкого уровня плодородия может одним из малозатратных механизмов повышения урожайности этих культур.

Ключевые слова: гуминовые препараты, томаты, огурец, дерново-подзолистые почвы, урожайность, качество плодов.

THE INFLUENCE OF HUMIC PREPARATIONS ON THE YIELD AND FRUIT QUALITY OF TOMATO AND CUCUMBER AT THE VARIOUS LEVELS OF THE FERTILITY OF SOD-PODZOLIC SOIL

Naumova G. V., Stepuro M. F., Rassoha N. F., Ovchinnikova T. F.

The influence of humic substances on the yield and fruit quality of tomato and cucumber at the various levels of the fertility of sod-podzolic soil has been studied. It is shown that the application of plant growth regulators of humic nature on the soils of low fertility can be one of cost-effective mechanisms for the yields increasing of these crops.

Keywords: humic preparations, tomatoes, cucumber, sod-podzolic soils, yield, fruit quality.

Исследования последних десятилетий и практика земледелия высокоразвитых стран свидетельствуют о целесообразности использования в растениеводстве таких малозатратных механизмов повышения урожайности, как применение регуляторов роста растений гуминовой природы на почвах низкого уровня плодородия. Многими исследователями доказано, что гуминовые вещества проявляют мембранотропные свойства. Они активно влияют на деятельность ферментативных систем, энергообмен живой клетки, белковый и фосфорный обмен, на транспортные процессы, ускоряя поступление питательных веществ, синтез пигментов, витаминов и др. [1, 2]. Под воздействием малых доз таких препаратов активизируются физиологические процессы в растительных клетках, что способствует ускорению прорастания семян, повышению их всхожести, улучшению биометрических показателей вегетирующей

щих растений, снижению их заболеваемости, формированию повышенного урожая и в более ранние сроки.

В Институте природопользования разработаны технологии получения регуляторов роста растений из торфа Гидрогумат и Оксигумат, которые предусматривают химическую деструкцию торфа при повышенных температурах и избыточном давлении. Важно подчеркнуть, что наряду с гуминовыми веществами эти препараты обогащены и другими биологически активными соединениями: карбоновыми кислотами, аминокислотами, пектинами, образующимися в процессе их получения.

Целью данной работы явилось изучение влияния гуминовых препаратов на урожайность и качество плодов томата и огурца на различных уровнях плодородия дерново-подзолистой почвы.

Работа выполнена на опытном участке РУП «Институт овощеводства НАН Беларуси», расположенном в а.г. Самохваловичи Минского района в 2014–2017 гг. Объектом исследования служили сорта томата Приз и огурца Зарница. Опыты заложены в четырехкратной повторности. Размер учетных делянок 28 м². Регуляторы роста на томатах вносили в дозе 2,4 л/га способом некорневой обработки в фазу бутонизации и через две недели после первой обработки. На огурце препараты вносили в дозе 2,2 л/га в фазы двух-трех настоящих листьев и через 10–15 дн после первой обработки.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая с различными разновидностями от супесчаной до суглинистой. Агрохимические показатели представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика разновидностей дерново-подзолистой почвы

Разновидность почвы	Гумус, %	pH _{KCl}	Гидролитическая кислотность, м.экв/кг	Содержание, мг/кг	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
Супесчаная	1,92	5,7	1,65	138	147
Легкосуглинистая	2,09	5,8	1,56	184	212
Суглинистая	2,21	5,9	1,48	312	256

По степени обеспеченности элементами питания супесчаная почва относится к средней группе, легкосуглинистая – к повышенной и суглинистая к высокой.

Выявлено положительное действие используемых гуминовых препаратов на различных разновидностях и уровнях плодородия дерново-подзолистой почвы при возделывании растений томата и огурца (таблицы 2 и 3).

Таблица 2 – Влияние гуминовых препаратов на урожайность плодов томата в зависимости от уровня плодородия дерново-подзолистой почвы

Разновидность дерново-подзолистой почвы	Препарат, доза	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
			т/га	%
Супесчаная	Контроль (вода)	19,2	-	-
	Гидрогумат, 2,4 л/га	22,4	3,2	17
	Оксигумат, 2,4 л/га	21,9	2,7	14
Легкосуглинистая	Контроль (вода)	26,2	-	-
	Гидрогумат, 2,4 л/га	31,9	5,7	22
	Оксигумат, 2,4 л/га	31,6	5,4	21
Суглинистая	Контроль (вода)	26,7	-	-
	Гидрогумат, 2,4 л/га	33,8	7,1	27
	Оксигумат, 2,4 л/га	32,7	6,0	22
НСР _{0,5}		1,48		

Наибольшая урожайность плодов томата при двукратном внесении Гидрогумата в дозе 2,4 л/га при выращивании на супесчаной, легкосуглинистой и суглинистой почвах составляла 22,4; 31,9 и 33,8 т/га, а плодов огурца – 28,1, 33,4 и 36,8 т/га соответственно. Прибавка плодов томата – 3,2–7,1 т/га, или 17–27 %, а огурца 5,4–7,4 т/га, или 24–25 %.

При двукратном внесении Оксигумата в дозе 2,4 л/га прибавка урожая плодов томата была меньше на 0,3–1,1 т/га, а плодов огурца – на 0,2–0,6 т/га по сравнению с использованием Гидрогумата.

Таблица 3 – Влияние гуминовых препаратов на урожайность плодов огурца в зависимости от уровня плодородия дерново-подзолистой почвы

Разновидность почвы	Препарат, доза	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
			т/га	%
Супесчаная	Контроль (вода)	22,7	-	-
	Гидрогумат, 2,2 л/га	28,1	5,4	24
	Оксигумат, 2,2 л/га	27,8	5,1	22
Легкосуглинистая	Контроль (вода)	27,9	-	-
	Гидрогумат, 2,2 л/га	33,4	5,5	20
	Оксигумат, 2,2 л/га	31,2	3,3	12
Суглинистая	Контроль (вода))	29,4	-	-
	Гидрогумат, 2,2 л/га	36,8	7,4	25
	Оксигумат, 2,2 л/га	36,2	6,8	23
НСР _{0,5}		1,24		

Наибольшая прибавка урожайности плодов томата и огурца 6,0–7,1 и 6,8–7,4 т/га соответственно получена при использовании гуминовых препаратов на суглинистой почве. Однако при внесении гуминовых препаратов на бедных супесчаных почвах также получена значительная прибавка урожайности томатов (14–17 %) и особенно огурца, прибавка урожая которого была выше, чем на легкосуглинистой и на уровне прибавки урожая на более богатой суглинистой почве (22–24 т/га против 12–20 и 23–25 т/га соответственно).

Внесение гуминовых препаратов позволяло стабилизировать биохимические показатели в плодах овощных культур, таких как содержание сухого вещества, суммы сахаров и аскорбиновой кислоты и снизить содержание нитратов на 4–7 мг/кг сырой массы.

Наибольшее снижение содержания нитратов в плодах томатов (на 6 и 7 мг/кг) сырой массы отмечено при внесении Гидрогумата в дозе 2,4 л/га и Оксигумата в дозе 2,2 л/га на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (таблица 4 и 5).

Таблица 4 – Влияние гуминовых препаратов на биохимический состав плодов томата в зависимости от уровня плодородия дерново-подзолистой почвы

Разновидность почвы	Препарат, доза	Сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Супесчаная	Контроль (вода)	5,3	3,87	9,6	29
	Гидрогумат, 2,4 л/га	5,6	3,96	9,9	24
	Оксигумат, 2,4 л/га	5,5	3,98	9,7	25
Легкосуглинистая	Контроль (вода)	5,1	3,74	8,8	33
	Гидрогумат, 2,4 л/га	5,3	3,82	9,1	27
	Оксигумат, 2,4 л/га	5,2	3,86	9,2	26
Суглинистая	Контроль (вода)	5,4	3,62	8,7	37
	Гидрогумат, 2,4 л/га	5,7	3,91	9,6	32
	Оксигумат, 2,4 л/га	5,6	3,79	9,5	33
НСР _{0,5}		0,27	0,23	0,34	2,76

Таблица 5 – Влияние гуминовых препаратов на биохимический состав плодов огурца в зависимости от уровня плодородия дерново-подзолистой почвы

Разновидность почвы	Препарат, доза	Сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Нитраты мг/кг
Супесчаная	Контроль (вода)	4,5	4,7	5,7	27
	Гидрогумат, 2,2 л/га	4,3	4,6	5,6	28
	Оксигумат, 2,2 л/га	4,4	4,7	5,4	29
Легкосуглинистая	Контроль (вода)	4,2	4,4	5,3	33
	Гидрогумат, 2,2 л/га	4,3	4,6	5,5	36
	Оксигумат, 2,2 л/га	4,2	4,5	5,3	34
Суглинистая	Контроль (вода)	4,4	4,7	5,5	39
	Гидрогумат, 2,2 л/га	4,6	4,8	5,6	40
	Оксигумат, 2,2 л/га	4,7	4,7	5,5	38
НСР _{0,5}		0,18	0,21	0,26	2,99

Таким образом, можно заключить, что применение гуминовых препаратов при выращивании томата и огурца на дерново-подзолистых почвах с невысоким плодородием значительно повышает урожайность этих культур и качество плодов. То есть использование гуминовых препаратов на почвах низкого уровня плодородия может быть одним из малозатратных механизмов повышения их продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степура М. Ф. Научные основы интенсивных технологий овощных культур / М. Ф. Степура. – Минск : Издат. Вараксин А. Н., 2011. – 295 с.
2. Томсон А. Э. Торф и продукты его переработки / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 328 с.

УДК 631.8:632.155

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАВОЗА И КОМПОСТОВ В ПОСЛЕДЕЙСТВИИ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА

Мерзлая Генриэта Егоровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», Россия, г. Москва, lab.organic@mail.ru

Федулова Анастасия Дмитриевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К. А. Тимирязева», Россия, г. Москва, fedulovf.91@bk.ru

Постников Дмитрий Андреевич, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К. А. Тимирязева», Россия, г. Москва, dpostnikov@rambler.ru

Важнейшим приемом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является эффективное применение органических, минеральных удобрений, а также их сочетаний. Особый интерес представляют исследования длительного действия удобрений в системе почва-растение, их влияния на биологические свойства почвы и продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: система удобрения, последствие, биологическая активность почвы, овёс, урожайность.

INFLUENCE OF THE FERTILIZER SYSTEM USING THE MANUFACTURER AND COMPOSTS IN EFFECTS ON THE MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF THE SOIL AND THE EARTH VOL

Merzlay G. E., Fedulova A. D., Postnikov D. A.

The most important method of increasing the productivity of crops is the effective use of organic, mineral fertilizers, as well as their combinations. Of particular interest are studies of the long-term effect of fertilizers in the soil-plant system, their effect on the biological properties of the soil and the productivity of cultivated crops.

Keywords: fertilizer system, aftereffect, soil biological activity, oats, yield.

В работе представлены результаты исследований в длительном полевом опыте по экологической оценке применения минеральной, органической и органоминеральной систем удобрения в последствии на урожайность овса, возделываемого в зернотравяном севообороте, а также на биологическую активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Основная цель полевого опыта – экологическое обоснование решения в выборе наиболее эффективной системы удобрения при возделывании овса как зерновой культуры в условиях дерново-подзолистой почвы в западной части Нечерноземной зоны России.

Методика. Полевой стационарный опыт был заложен в 1978 г. в Смоленском районе Смоленской области (п. Олыша). Изучали последствие применения органических, азотных, фосфорных, калийных минеральных удобрений в различных дозах на двух полях. Единичная доза удобрений под овёс составляет по 30 кг/га N, P и K. Единичная доза органических удобрений (Н1) 3 т/га. Площадь опытной делянки 112 м². Повторность опыта трехкратная. Агротехника в опыте общепринятая для региона. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая окультуренная. В течение вегетации овса проводили фенологические наблюдения и биометрические учеты. Учет урожая осуществляли в соответствии с методикой полевых исследований [1, 2, 11]. Для определения биологической активности почвы использовали аппликационный метод [5, 6, 8, 10, 13].

Органические удобрения – навоз крупного рогатого скота с небольшим количеством подстилки и компост из навоза и торфа, которые в среднем имели влажность 70 % и содержали (%) 0,46 общего азота, 0,21 фосфора (P₂O₅), 0,66% калия (K₂O), 59 органического вещества. Отношение C:N равно 19, валовое содержание тяжёлых металлов в навозе невысокое: Cd – 0,1, Cr – 1, Ni – 1, Cu – 0,6, Zn – 7 мг/кг сухой массы.

Климат Смоленской области умеренно континентальный со сравнительно теплым и влажным летом и умеренно холодной зимой. В районе расположения опытного участка среднегодовое количество осадков за апрель-сентябрь составляет 441 мм, среднегодовая температура воздуха 12,9 °С, гидротермический коэффициент 1,8–1,9.

Севооборот зернотравяной: однолетние травы – озимая рожь – ячмень яровой – многолетние травы 1 г. п. – многолетние травы 2 г. п. – яровая пшеница – овёс. Насыщенность севооборота зерновыми культурами – 57 %, многолетними травами – 29 %.

В пятой ротации зернотравяного севооборота изучалось последствие удобрений при возделывании следующих культур на поле 1 в 2009 г. – овёс на зеленую массу, 2010 г. – озимая рожь, 2011 г. – ячмень, 2012 г. – многолетние травы 1 г. п., 2013 г. – многолетние травы 2 г. п., 2014 г. – яровая пшеница, 2015 г. – овёс на зерно; на поле 2 в 2010 г. – овёс на зеленую массу, 2011 г. – озимая рожь, 2012 г. – ячмень, 2013 г. – многолетние травы 1 г. п., 2014 г. – многолетние травы 2 г. п., 2015 г. – яровая пшеница, 2016 г. – овёс на зерно. В пятой ротации из удобрений фоном применяли аммиачную селитру в виде поддерживающей весенней подкормки в низкой дозе 30–45 кг N.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования показали, что урожайность зерна овса сорта Скакун в контрольном варианте была самой низкой в опыте (рисунок 1) и составила в среднем по двум полям 17,7 ц/га с колебаниями по годам от 15,1 до 20,4 ц/га.

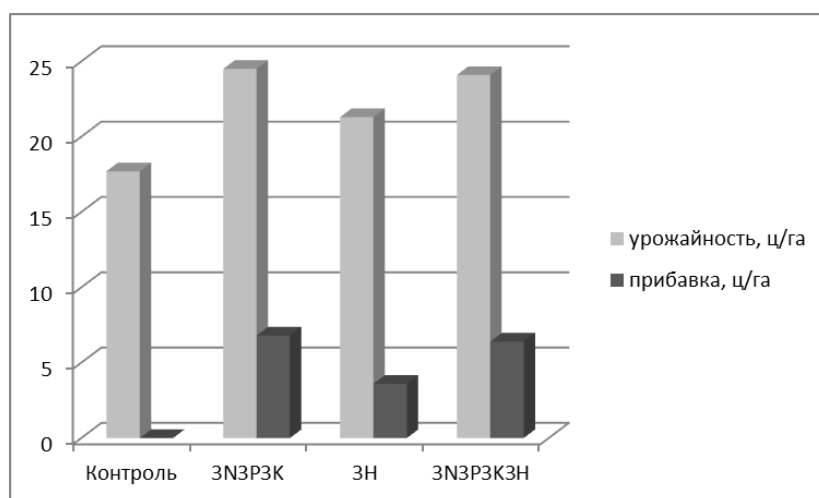


Рисунок 1 – Урожайность овса в зависимости от системы удобрения

Внесение полного минерального удобрения обеспечило практически такую же прибавку урожая, как и использование органоминеральной системы в трехкратных дозах – 6,8 и 6,4 ц/га соответственно. При внесении только органического удобрения в виде подстильно-

го навоза урожайность зерна овса в среднем по двум полям за 2015–2016 гг. составила 3,6 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние органической, минеральной и органоминеральной систем удобрения в последствии на урожайность зерна овса

Вариант опыта	Поле 1	Поле 2	В среднем по 2 полям		
			Урожайность, ц/га	Прибавка	
				ц/га	%
Контроль	20,4	15,1	17,7	-	-
ЗНЗРЗК	30,8	17,7	24,5	6,8	38,4
ЗН	27,6	15,0	21,3	3,6	20,3
ЗНЗРЗКЗН	30,8	17,4	24,1	6,4	36,1

В зависимости от систем удобрения в полевом опыте определяли биологическую активность почвы с использованием метода интенсивности разложения льняного полотна (рисунок 2).

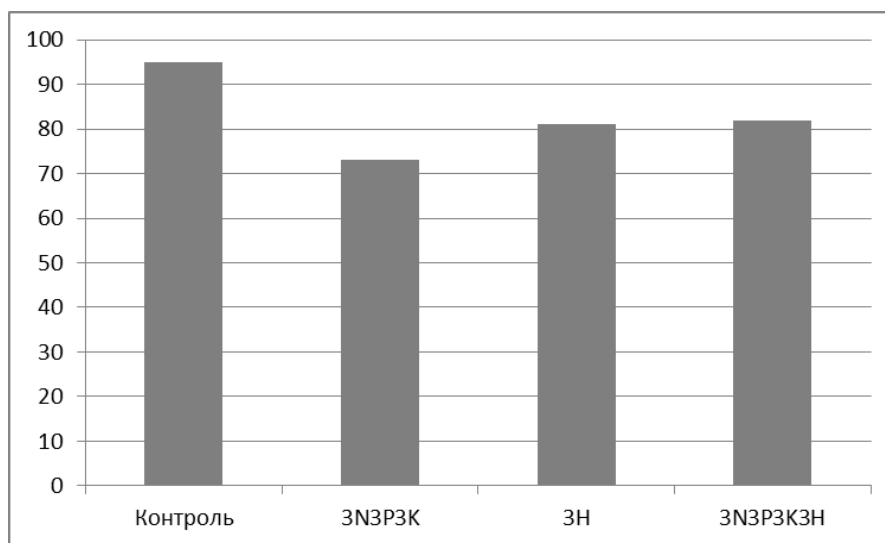


Рисунок 2 – Степень разложения льняного полотна в зависимости от систем удобрения, в среднем за 2015-2016 гг., %

Плодородие почвы во многом определяется интенсивностью и направленностью биохимической деятельности микроорганизмов. Последние определяют скорость трансформации различных соединений, разложение растительных остатков, накопление элементов питания растений и в конечном итоге раскрывают потенциал эффективного плодородия почвы.

Одним из показателей биологической активности почвы является деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, которая характеризуется степенью и скоростью разложения льняного полотна, выдержанного в почве установленный период времени (определяется с учетом количества выпавших осадков в период применения аппликационного метода) [1].

В полевом опыте на посевах овса по результатам учета массы льняных полотен, заложенных в 2015 и 2016 гг., было отмечено, что в среднем за 2 года оценка биологической активности почвы как «очень сильная» достигнута во всех вариантах систем удобрения, за исключением варианта с использованием минеральной системы, при применении которой степень разложения льняного полотна идентифицировалась как «сильная».

На основании экспериментальных материалов, полученных в результате длительного полевого опыта, заложенного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, установлено, что возделывание овса без удобрений малоэффективно – урожайность овса в среднем за годы исследований не превышала 17,7 ц/га. Следует отметить, что органическая система удобрения при использовании тройной дозы навоза уступала минеральной по урожайности овса, но при этом достаточно интенсивно шло разложение льняного полотна, которое составляло более 60 % по сравнению с исходным показателем, что в свою очередь подтверждает экологи-

ческую значимость органических удобрений в традиционном и альтернативном земледелии. При этом важно отметить, что биологическая активность почвы по показателю деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов была связана также с различающимися по годам температурным режимом и количеством выпавших атмосферных осадков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микробиология : учебник для вузов / Под ред. В. Т. Емцева, Е. Н. Мишустина. – 6-е изд., испр. – М. : Дрофа, 2006. – 445 с.
2. Минеев В. Г. Агрохимия и биосфера / В. Г. Минеев. – М. : Колос, 1984. – 245 с.
3. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения Агрохимия / Д. Н. Прянишников. – М. : Колос, 1965. – Т. 1. – 767 с.

УДК 66.082.2

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ОСАДКОВ С ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

Спэтару Петру, кандидат наук, *Институт Химии Академии Наук Молдовы, Республика Молдова, г. Кишинэу*, spatarupetru@yahoo.com

Спыну Оксана, *Институт Химии Академии Наук Молдовы, Республика Молдова, г. Кишинэу*, oxana_spinu@yahoo.com

Бузила Сильвия, *Институт Химии Академии Наук Молдовы, Республика Молдова, г. Кишинэу*, buzila_silvia@yahoo.com

Повар Игор, доктор химических наук, *Институт Химии Академии Наук Молдовы, Республика Молдова, г. Кишинэу*, ipovar@yahoo.ca

Разработана новая технология аэробного мезо-термофильного ферментационного процесса для оптимального разделения осадка на станции биологической очистки сточных вод. В результате данной технологии иловая вода (50 % и более от объема осадков) подается на разбавление поступающей сточной воды, а органическая часть (30–35 % от объема осадков) направляется на микробиологическую переработку либо в биоудобрения, либо в микробную биомассу, используемую, например, в качестве ферментных кормовых добавок, а минеральная часть удаляется на песковые или иловые площадки.

Ключевые слова: станции биологической очистки сточных вод, сырой осадок, активный ил, аэробный мезо-термофильный ферментационный процесс.

TECHNOLOGY OF PROCESSING THE ORGANIC PART OF SLUDGE FROM WASTEWATER TREATMENT PLANTS

Spataru P., Spinu O., Buzila S., Povar I.

A novel technology of the aerobic meso-thermophilic fermentation process for the optimal separation of sludge at WWTP, in terms of energy, has been developed. As a result of using this technology, the sludge water (50% or more of the sediment volume) is fed to the dilution of incoming wastewater to the head of the treatment plant, while the organic part (30–35 % of the volume of sediment) is sent to microbiological processing either into biofertilizers or into microbial biomass used, for example, as enzyme feed additives, and the mineral part is removed to sand or silt areas.

Keywords: Waste water Treatment Plant, crude sediment, active sludge, aerobic meso thermophilic fermentation.

Станции биологической очистки сточных вод содержат два основных элемента, подлежащих рассмотрению: сточные воды и ил. Утилизация концентрированных загрязняющих веществ, образующихся в результате обработки, является одной из самых сложных и дорогостоящих процессов в области экологической инженерии. Обработка и удаление осадка может составлять 25–65 % от эксплуатационных расходов.

Станция биологической очистки (СБО) городских сточных вод в г. Кишинэу, столице Республики Молдова, расположена на юго-востоке города, примерно в 7 км от центра города, на реке Бык, где выгружается окончательный сток. СБО г. Кишинэу представляет собой комплекс инженерных сооружений, машин и коммуникаций, которые обеспечивают класси-

ческую схему биологической очистки, а установки очистки сточных вод были построены в последовательных фазах и введены в эксплуатацию в сентябре 1968 г. (рисунок 1). Техническое состояние установок находится в плачевном состоянии, а производительность процесса и конечное качество сточных вод требует значительных улучшений.

Оптимизация предварительной обработки, обезвоживание и анаэробная ферментация осадка являются эффективными решениями для того, чтобы значительно уменьшить неприятный запах, исходящий от СБО. Основная цель данного исследования заключается в разработке технологии для переработки осадков (смеси сырого осадка и избытка активного ила), что позволяет, одновременно с выпуском очищенной (свободной) воды, отделить их органические и минеральные части. Это исследование соответствует директиве Европейского Союза по сточным водам и рассматривает ключевые аспекты сбросов сточных вод, такие как энергопотребление, утечка сточных вод, управление осадками, удаление неприятных запахов.

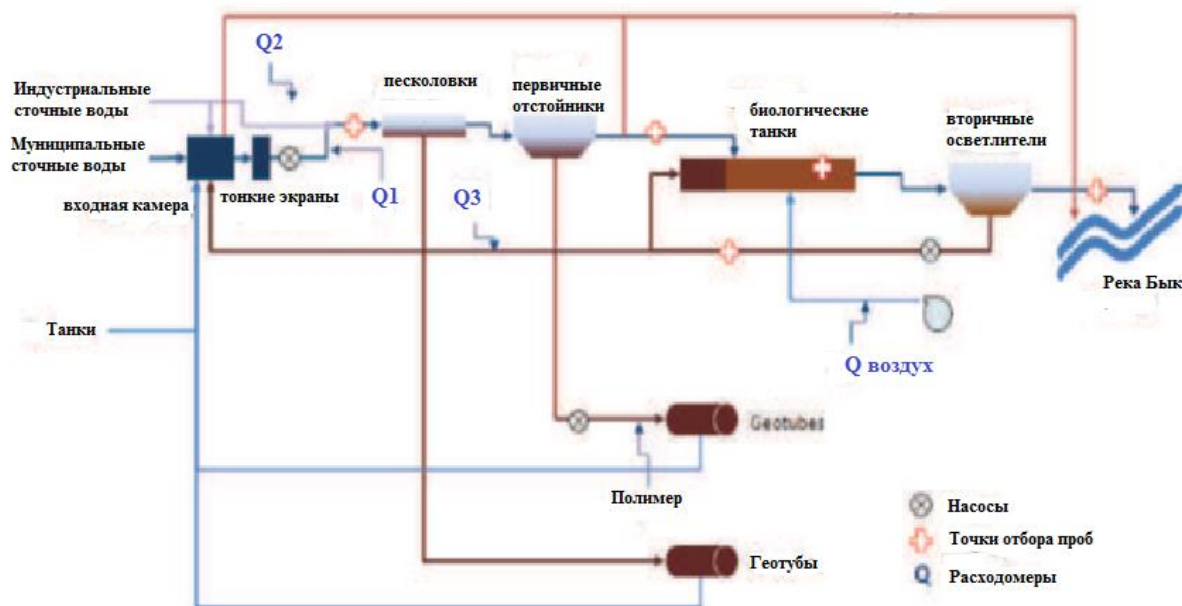


Рисунок 1 – Схема технологического процесса на СБО г. Кишинэу

Обычно осадки городских сточных вод имеют смешанный состав с преобладанием органической или беззольной части, объем которой достигает 65–75 % от массы сухого вещества, а зольность осадка составляет 25–30 %. К основным компонентам беззольной части осадка, составляющим в сумме 80–85 % относятся: белково-, жиро- и углеводоподобные вещества, а остальные 15–20 % приходятся на долю лигниногумусового комплекса веществ [1]. Кроме того, осадки содержат токсичные вещества (соли тяжелых металлов, токсичную органику и др.), а также различные виды микрофлоры, что требует специальной обработки или захоронения. Объем осадка зависит от его влагосодержания, поэтому с уменьшением влажности осадка его объем резко уменьшается за счет удаления свободной и связанной воды.

Разработанная нами технология предполагает использование аэробного мезотермофильного процесса ферментации для оптимального разделения осадка с точки зрения экономии энергии. В предложенной технологии используется свойство микроорганизмов генерировать тепловой эффект при «аэробном окислении» органических веществ в активном иле (так называемый автотермический режим) при нагревании массы осадка. Известно, что во время термического осаждения уменьшается вязкость коллоидных мицелл, что позволяет отделить осадок от количества свободной воды (около 60–65 %). Мезотермофильный режим позволяет быстро отделить осадочную смесь в течение нескольких часов. Иловая вода (50 % и более от объема осадков) подается на разбавление поступающей сточной воды, а органическая часть (30–35 % от объема осадков) направляется на микробиологическую переработку либо в качестве биоудобрения, либо в микробную биомассу, используемую, например, в качестве ферментных кормовых добавок, а минеральная часть удаляется на песковые или иловые площадки.

Опыты, проведенные в лабораториях очистных сооружений г. Кишинэу, показали достаточно хорошие результаты как по объему выделенной воды (48–50 %), так и по влажности всплывшего осадка (98,4 % смеси и 96,87 % осадка). Кроме того, анализы показали, что во всплывшем осадке величина азота аммонийного (147–102 мг/л) превышает концентрацию азота аммонийного в поступающей воде (24,6–23,0 мг/л), а концентрация его в выделенной воде, уменьшается (19–16,8 мг/л). Время проведения опытов ограничивалось 60-минутным мезотермофильным режимом.

Эффекты внедрения результатов исследования на примере СБО г. Кишинэу

Экономический: уменьшение затрат на обезвоживание при существующей технологии утилизации осадков на СБО г. Кишинэу за счет снижения применения флокулянтов, увеличения срока работы контейнеров «GeoTube» при уменьшении объемов осадков; использования выделенной органической части в качестве биоудобрения.

Экологический: снижение запахов дурнопахнущих веществ от осадков первичных отстойников, обезвоженных на «GeoTube» и депозитария.

Социальный: создание комфортных условий работы на площадке СБО и за ее пределами за счет улучшения качества воздуха.

Благодарность. Авторы выражают благодарность за оказанную финансовую помощь Канадскому фонду для местных инициатив по проекту CFLI-2017-MD-0005 «Технология переработки органической части осадка с очистных сооружений сточных вод в экологический продукт для сельского хозяйства».

ЛИТЕРАТУРА

1. Andrei Stoicescu. Treatment and disposal of sludge from sewage treatment plants // *Eco-terra*. – 2011. – 28. – 169. (in Romanian)

УДК 631.46

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ АНТРОПОГЕННОЙ ПРИРОДЫ В ЭПОХУ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ

Чернышева Елена Владиславовна, кандидат биологических наук, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, **Россия**, г. Пушкино
chernysheva1988@gmail.com

Проведено исследование почв древнего террасного земледельческого комплекса Воровские Балки (IX вв. до н.э. – VIII вв. н.э., Кисловодская котловина, Северный Кавказ). Внесение органических материалов (растительных остатков и отходов быта с поселения) в древности привело к значительному увеличению ферментативной активности в погребенной почве, а также накоплению нитратного азота, и эти изменения сохранились на протяжении около 3000 лет.

Ключевые слова: органическое земледелие, навоз, ферментативная активность, органический углерод, Северный Кавказ.

CHANGES IN SOIL PROPERTIES UNDER APPLICATION OF ANTHROPOGENIC ORGANIC MATERIALS IN THE MIDDLE AGES

Chernysheva E. V.

Investigation of soils of ancient agricultural terraced complex Vorovskie Balki was conducted (900 BC – 800 AD, Kislovodsk basin, North Caucasus). Application of organic materials (plant residues and household wastes) in ancient time resulted in an increase of enzyme activity in buried soils and accumulation of nitrate nitrogen, and these changes are preserved during 3000 years.

Keywords: organic agriculture, manure, enzyme activity, organic carbon, North Caucasus

В настоящее время в мире широко развивается органическое земледелие, в основу которого положен отказ от использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений [1]. Многочисленные исследования показали, что при органической системе

земледелия наносится меньший вред окружающей среде [5, 6]. Например, использование органических удобрений приводит к увеличению и стабилизации содержания органического вещества в почвах, уменьшает почвенную эрозию и вымывание нитратов в грунтовые воды. Кроме того, органические поля имеют большее биоразнообразие. Тем не менее до настоящего времени среди исследователей нет однозначного мнения о последствиях органического земледелия. Это связано с тем, что длительность наблюдений за состоянием почв при таком варианте земледелия ограничены первыми десятками лет, что не позволяет судить о долгосрочной динамике почвенных свойств.

Получить представления о потенциально возможных изменениях почвенных свойств в результате длительной практики органического земледелия возможно благодаря изучению почв древних полей в окрестностях археологических памятников. Эти почвы представляют собой уникальные объекты для изучения долгосрочных (в масштабах исторического времени) последствий любой аграрной деятельности. Это особенно важно для прогнозирования изменений почв как одного из основных компонентов агроэкосистем, от состояния, которого, в конечном счете, зависит обеспеченность населения продуктами питания. В этой связи особенно актуально получить оценку изменений почвенных свойств при внедрении того или иного нового агротехнического приема, что позволит получить ретроспективную основу для прогноза его последствий в условиях современного хозяйства.

В связи с этим целью работы было оценка изменения ферментативной активности и химических свойств почв древних земледельческих террас, находящихся в залежном состоянии более 1500 лет.

Объектами исследования послужили почвы террасного комплекса Воровские Балки, расположенного в пределах Кисловодской котловины (Северный Кавказ). Для этой территории было характерно два мощных этапа сельскохозяйственного освоения региона – в кобанское (IX–VI вв. до н. э.) и аланское время (II–VIII вв. н. э.), после чего здесь не осуществлялось никакой хозяйственной деятельности, которая могла бы изменить свойства почв. Это обусловило исключительную сохранность археологических памятников и позволяет все антропогенные изменения почв связывать именно с влиянием древнего населения.

Ключевой участок представляет собой каскад террас на склоне юго-западной экспозиции. От поселения Воровские Балки-2 (II–IV вв. н.э.) участок отделен неглубокой молодой балкой и, очевидно, входил в потенциальную хозяйственную зону данного поселения. На наиболее хорошо сохранившейся террасе с минимальным уклоном было заложено четыре почвенных разреза. Разрезы были удалены друг от друга на расстояние около 100 м. Пятый почвенный разрез был заложен на плоском пологом водораздельном плато с повышением к югу около 6°, в 700–800 м к северо-востоку от поселения Воровские Балки-2. Здесь в рельефе заметны плохо сохранившиеся контуры террас шириной около 8 м, ориентированные поперек склона. Во всех изученных разрезах сохранилась погребенная почва кобанского времени (IX–VI вв. до н. э.), перекрытая толщей делювиального наноса.

В образцах почв была определена активность ферментов арилсульфатазы, β -глюкозидазы, кислой и щелочной фосфатаз, хитиназы и ксилозидазы, а также содержание органического углерода и минеральных подвижных форм азота.

В изученных почвах содержание органического углерода вниз по профилю равномерно уменьшалось в пределах от 6.0 до 0.7 %. Максимальное его содержание было установлено в почвенном разрезе, заложенном на водораздельном плато и сформированным на элювии известняков, что обусловило более высокое естественное плодородие почв.

Во всех почвах наблюдалось накопление нитратной формы азота, при этом содержание аммонийного азота выявлено в следовых количествах, что обусловлено сельскохозяйственным использованием почв в прошлом. По литературным данным известно, что в природных экосистемах, особенно находящихся на последних стадиях сукцессии, аммонийная форма азота в почвах преобладает над нитратной, тогда как в почвах агроэкосистем преобладает нитратная форма [3]. Также, показано, что нитратная форма азота преимущественно накапливается в культивируемых почвах [2].

Ферментативная активность имела сложный характер распределения по профилю почв. Во всех случаях наблюдалось значительное возрастание активности изученных ферментов в погребенной почве кобанского времени, в первую очередь активности кислой и щелочной фосфатаз. Сохранение высокого уровня ферментативной активности, вероятнее всего, произошло за счет стабилизации органического вещества в почве, вызванной внесением органических остатков в древности. Известно, что внесение органических материалов приводит к изменению ферментативной активности, и эти изменения могут сохраняться на протяжении нескольких тысяч лет [4].

Таким образом, внесение органических материалов (растительных остатков и отходов быта с поселения) в древности привело к значительному увеличению ферментативной активности в погребенной почве, а также накоплению нитратного азота, и эти изменения сохранились на протяжении около 3000 лет.

Исследование осуществлено при финансовой поддержке гранта РНФ 17-78-10207.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьян Б. Р. Органическое земледелие – залог сохранения почвенных ресурсов и улучшения их плодородия / Б. Р. Григорьян, Т. Г. Кольцова, Л. М. Сунгатуллина // Наследие И. В. Тюрина в современных исследованиях в почвоведении Материалы Междунар. научн. конф. – Казань : Изд-во «Отечество», 2013. – С. 59–62.
2. Кудеяров В. Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений / В. Н. Кудеяров. – М. : Наука, 1989. – 216 с.
3. Умаров М. М. Микробиологическая трансформация азота в почве / М. М. Умаров, А. В. Кураков, А. Л. Степанов. – М. : ГЕОС, 2007. – 138 с.
4. Chernysheva E. V. Urease activity in cultural layers at archaeological sites / E. V. Chernysheva, D. S. Korobov, T. E. Khomutova, A. V. Borisov // Journal of Archaeological Science. – 2015. – V. 57. – P. 24–31
5. Gattinger A. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming / A. Gattinger, A. Muller, M. Haeni, C. Skinner, A. Fliessbach, N. Buchmann, P. Mäder, M. Stolze, P. Smith, N. El-Hage Scialabba, U. Niggli // Proc. Natl Acad. Sci. USA. – 2012. – V. 109. – P. 18226–18231.
- Tuomisto H. L. Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research / H. L. Tuomisto, I. D. Hodge, P. Riordan, D. W. Macdonald // J. Environ. Manage. – 2012. – V. 112. – P. 309–320.

УДК 631.574.54

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ТРАНСФОРМАЦИИ ОТХОДОВ ЛИГНИНСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

Ковалев Иван Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», *Россия*, г. Москва, kovalevmsu@mail.ru

Ковалева Наталия Олеговна, доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологического почвоведения, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», *Россия*, г. Москва, natalia_kovaleva@mail.ru

Результаты исследований оригинальны, во многом не имеют аналогов в мировой научной практике и могут быть использованы при биоконверсии и консервации отходов гидролизной, деревообрабатывающей и иной промышленности, имеющей сырьевым источником лигниносодержащие соединения. Показаны возможные механизмы и скорость трансформации лигниновых фенолов в зависимости от композиционного состава лигнина древесных и травянистых растений в разных почвенно-географических условиях, и на этой основе осуществлен выбор оптимальной технологии утилизации лигноцеллюлозы.

Ключевые слова: лигнин, лигниновые фенолы, трансформация отходов, композиционный состав.

ANALYSIS OF LIGNIN WASTE TRANSFORMATION

Kovalev I. V., Kovaleva N. O.

The results of original research, donot have analogues in the world scientific practice, and can be used in: bioconversion of waste and conservation of hydrolysis, woodworking and other industries with raw source lignin degrading connection. It is shown possible mechanisms and speed of transformation lignino phenols depending on the composition of lignin woody and herbaceous plants in different soil-geographical conditions, and on this basis - selection of the optimal technologies for lignocellulose.

Keywords: lignin phenols, the degree of transformation, composition of lignin pool.

В настоящее время остро стоит проблема утилизации отходов лигниносодержащих соединений – гидролизного лигнина (ГЛ). Действительно, из всех видов биомассы важнейшим для промышленной химической переработки является древесина. Мировые запасы ее определяются ориентировочно в 350 млрд м³. Общее количество перерабатываемой древесины в мировом масштабе составляет около 2 млрд м³, где на долю химической переработки приходится около 15 % [5]. Темпы накопления гидролизного лигнина зачастую вызывают угрозу для окружающей среды, как правило, на прилегающих территориях к целлюлозно-бумажным комбинатам (ЦБК).

Например, в результате более чем 40-летней деятельности Байкальский ЦБК накопил и складировал на берегу оз. Байкал более 6,2 млн т. отходов производства в 14 объектах размещения отходов (картах-накопителях). Необходимость мероприятий по утилизации шлам-лигнина, накопленного на Солзанском и Бабхинском полигонах, вызвана риском разрушения карт шламонакопителей и опасностью попадания отходов в оз. Байкал при возникновении природных стихийных бедствий: землетрясения, селевые потоки, ливни. При этом основная часть отходов представлена: шлам-лигнином; золой от сжигания шлам-лигнина; золой и шлаками от сжигания угля; золой корьевых котлов; кородревесными отходами; отходами ТКО.

По данным Росгеологии (2017) состав шлам-лигнина ЦБК включает (%): лигнинные вещества – 50–53; активный ил – 15–25; глинозем – 5–10; полиакриламид – 5; целлюлозное волокно – 5. На сегодняшний день существует четыре основных направления обезвреживания шлам-лигнина: совместная технология ИРНТУ и АО «Тульское НИГП» по переработке шлам-лигнина; технология ЛИИ СО РАН захоронения шлам-лигнина с помощью золы углей; технология бактериологической переработки; технология термоллиза.

Вместе с тем, как при использовании лигнинразрушающих микроорганизмов, так и при других технологиях обезвреживания шлам-лигнина, критерием разложения лигнина (ГЛ) выступают косвенные показатели, например, изменения в содержании питательных веществ (увеличение содержания азота, подвижного калия, закрепление фосфора, увеличение содержания золы, снижение содержания органического вещества). В качестве прямых показателей в редких случаях используют такой показатель, как общее содержание лигнина, что дает возможность лишь качественной идентификации степени трансформации ГЛ. Таким образом, гидролизный лигнин превратился из отхода производства в ценное сырье для сельского хозяйства (органическое удобрение, биопрепараты). Требуется анализ всего имеющегося материала и пересмотр отношений к лигнину.

Методы исследования. Поскольку результаты, получаемые общепринятыми методами выделения лигнина (класон-лигнин, «остаточный лигнин»), слишком грубы даже для растительных материалов и чрезвычайно завышены для образцов подстилки и почвы, мы пользовались методикой И. Хеджеса и И. Ертеля [6] в приведенной ниже модификации [1, 2, 3].

Определение лигнина в почвах включало щелочное окисление образца оксидом меди при 170 °С под давлением в азотной среде; осаждение гуминовых кислот; концентрацию фенольных продуктов под давлением на компактных одноразовых колонках С18. Колонки, после того как через них пропустили образец, высушивались, а лигнин растворялся в этилацетате. Процедура эвапорирования этилацетата на ротаторном испарителе позволила выделить собственно препараты лигнина. Составляющие лигнин фенолы после предварительной дериватизации и превращения их в триметилсилиловые эфиры на газовом хроматографе с масс-спектрометром Heweled-Packard Palo Alto CA USA разделялись на пламенно-ионизационном детекторе, оборудованном капиллярной колонкой. Щелочное окисление исследуемых образ-

цов оксидом меди дало 11 фенолов, которые сгруппированы по их химической природе в 4 структурных семейства: ванилиновые, или гваяциловые (V), сиригильовые, или сиреневые (S), п-кумаровые (C) и феруловые фенолы (F). Сумма продуктов окисления (VSC) отражает общее содержание лигнина в образце. Важно подчеркнуть, что продукты мягкого окисления лигнина – это лишь метилированные лигниновые структуры без каких-либо изменений в кольцевых фрагментах.

На основании большого объема экспериментальных данных, полученных в результате многолетних исследований и их сопоставления с данными отечественных и зарубежных ученых по проблеме биохимии лигнина, разработана и апробирована системная методология изучения биохимического круговорота продуктов окисления лигнина в различных биомах и в основных типах почв (серых лесных, черноземах, красноземах и др.), в том числе и почв сельскохозяйственного использования [1]. Трансформация биополимера впервые изучена практически во всех звеньях цепи, начиная от растительных тканей и опада и заканчивая гумусовыми веществами.

Предложена научная гипотеза, объясняющая генезис продуктов окисления лигнина в составе гумуса отдельных типов почв в различных природных зонах и позициях ландшафта с учетом биохимического состава растений. Изучены факторы и установлены причинно-следственные связи состава органического вещества почв (гумуса) и биохимического состава различных частей растений, выявлена особая роль лигниновых фенолов подземных органов растений в процессе гумификации. Показаны закономерности трансформации лигнина в почвах в зависимости от термодинамических условий среды и агро-антропогенного использования. Раскрыты пути и механизмы стабилизации продуктов окисления лигнина на всех уровнях структурной организации почв: в геохимически сопряженных катенах, по профилю почв, в почвенных агрегатах и конкреционных новообразованиях, в гранулометрических фракциях, на уровне молекулярных взаимодействий.

Для характеристики интенсивности разложения и трансформации лигнина в почвах используется отношение кислоты к альдегидам в единицах ванилина или сиригила как меры степени окисленности молекулы [1, 2, 3, 4, 6]. Это отношение используется в расчете степени измененности боковых цепочек по отношению к растительным тканям. J. R. Ertel, J. I. Hedges [6] убедительно показали, что с увеличением степени разложенности лигнина увеличивается количество ароматических кислот по отношению к ароматическим альдегидам и разработали формулу для расчета степени измененности боковых цепочек биополимера (параметр T, %): $T = 74 - (100 - K)[1 + (Ac/Al)^v] - 1$, где $(Ac/Al)^v$ – отношение ванилиновых кислот к ванилиновым альдегидам, K – содержание кетонов в исходных растительных тканях, %.

Высокая цифра выхода продуктов окисления (VSC) лигнина и низкие величины отношения кислоты к альдегидам в подстилках и в гумусовых горизонтах почв гумидных ландшафтов являются закономерным следствием еще слабо измененных растительных остатков, а значит, слабого изменения боковых цепочек ароматических структур лигнина в органическом веществе почв. Установлены разные типы трансформации лигнина в почвах зональных экосистем. Степной тип биотрансформации лигнина характеризуется средними величинами показателя измененности биополимера (T, %) – около 5–10 % и максимальными величинами показателя окисленности (0,10–0,60) в черноземах и черноземовидных почвах. Лесной тип разложения лигнина отличает величина T около 10–15 % для серых почв и средние значения отношения ванилиновые кислоты/ванилин. Луговой тип биотрансформации лигниновых структур характеризуется близкими к 0 показателями трансформации лигнина и минимальными значениями отношений кислот к альдегидам в высокогорных луговых экосистемах. Тропический тип отличается наивысшими значениями измененности боковых цепочек биополимера по отношению к исходным растительным тканям – до 50 % в красноземах. В агроэкосистемах разных природных зон показатели трансформации молекул лигнина близки к таковым степного типа. Можно говорить о болотном и о прогрессирующем во времени конденсировании лигниновых структур при погребении или выделять керогенный тип трансформации лигнина. Хорошая сохранность лигниновых фенолов при погребении объясняется тем, что они прошли длительную стадию биохимических превращений в результате карбоксилирования и фрагментарных реакций конденсации, в которые вступают его фенилпропановые звенья после погребения, и после чего они становятся ограниченно способ-

ными только к некоторым реакциям, особенно в условиях пониженной биологической активности.

Таким образом, с помощью метода тонкой биохимии можно количественно давать оценку степени трансформации отходов лигниносодержащих соединений при использовании известных технологий их утилизации в разных биоклиматических условиях и погребенного состояния.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ № 17-14-01120 «Почвенные биомаркеры в диагностике глобальных изменений климата и предотвращении региональных экологических кризисов».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев И. В. Биохимия лигнина в почвах : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / И. В. Ковалев. – М., 2016. – 50 с.
2. Ковалев И. В. Биохимия лигнина в почвах периодического переувлажнения (на примере агросерых почв ополей Русской равнины) / И. В. Ковалев, Н. О. Ковалева // Почвоведение. – 2008. – № 10. – С. 1205–1216.
3. Ковалев И. В. Пул лигниновых фенолов в почвах лесных экосистем / И. В. Ковалев, Н. О. Ковалева // Лесоведение. – 2016. – № 2. – С. 40–50.
4. Ковалева Н. О. Биотрансформация лигнина в дневных и погребенных почвах разных экосистем / Н. О. Ковалева, И. В. Ковалев // Почвоведение. – 2009. – № 11. – С. 84–96.
5. Комаров А. А. Роль гидролизного лигнина в плодородии почв и питании растений : дис. ... д-ра с.-х. наук / А. А. Комаров. – СПб, 2004. – 383 с.
6. Ertel J. R. The lignin component of humic substances: Distribution among the soil and sedimentary humic, fulvic and base-insoluble fractions / J. R. Ertel, J. I. Hedges // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1984. – V. 48.

УДК 658.567:633.581.5

РЕЦИКЛИНГ ШИШЕК ХВОЙНЫХ ПОРОД

Бекузарова Сарра Абрамовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Горский ГАУ, Россия, Северная Осетия – Алания, г. Владикавказ, bekos@mail.ru

Мерзлая Генриэта Егоровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. лабораторией ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, Россия, г. Москва lab.organic@mail.ru

Рассматривается способ стимуляции роста и развития овощных культур, включающий обработку с помощью водного раствора измельченных шишек хвойных пород после предварительного их настаивания. Показано, что при утилизации шишек путем настаивания в воде и использования при замачивании семян картофеля или при поливе огурцов достигается резкое снижение заболеваемости растений и повышение их продуктивности.

Ключевые слова: шишки хвойных пород, водный раствор, огурцы, картофель, продуктивность, рециклинг.

RECYCLING OF CONES OF SOFTWOOD

Bekuzarova S. A., Merzlaya H. Y.

A method for stimulating the growth and development of vegetable crops is considered, which involves the treatment of crushed pine cones with an aqueous solution after preliminary insinuating. It is shown that when the cones are disposed of by infusion in water and used for soaking potato seeds or when watering cucumbers, a sharp decrease in the incidence of plants and an increase in their productivity

Key words: cones, water solution, cucumbers, potatoes, productivity, recycling.

Сложная экологическая обстановка в ряде стран, в том числе и в России, в значительной мере является следствием постоянного увеличения объемов промышленных и бытовых отходов. В связи с этим остро стоит проблема их размещения, обезвреживания и утилизации.

Важность этой проблемы и необходимость ее решения привели к появлению специального направления природоохранной деятельности под названием «управление отходами». Управление отходами – это регулирование всех процессов, связанных с их образованием, сбором, хранением, захоронением, транспортировкой, переработкой, утилизацией и размещением. Управление отходами является частью общей системы экологического менеджмента [1, 2], направленной

- на:
- снижение негативного воздействия на окружающую среду;
 - повышение экологической и экономической эффективности деятельности предприятия;
 - снижение объемов образования отходов и организацию их переработки.

Среди различных видов деятельности в области управления отходами особую роль играет их переработка, то есть рециклинг, поскольку большинство отходов является источниками вторичных материальных ресурсов [3–5].

С целью утилизации отходов и их рециклинга в круговорот биосферы использовали измельченные шишки хвойных пород с добавлением птичьего помета.

Опыты проводили одновременно в тепличных условиях Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д. Н. Прянишникова (г. Москва) и Горского ГАУ республики Северная Осетия-Алания. Объектом исследований были селекционные образцы картофеля и огурцов. Для стимуляции развития этих растений применяли полив настоем шишек хвойных пород ели и сосны. Измельченные шишки предварительно настаивали в воде в соотношении 1:100 в течение 10–12 час.

В опыте с огурцами перед посевом в почву вносили сухой помет из расчета 100 кг/га азота. В течение вегетации растения периодически поливали водным 0,2 % раствором измельченных шишек. В опыте с картофелем измельченные шишки хвойных пород замачивали в термальной минеральной воде «Кармадон» в течение 4–5 час, после чего в полученном растворе замачивали семена картофеля в течение 40–60 мин.

Минеральная вода «Кармадон» (Северо-осетинского месторождения) содержит (мг/л) бор (в виде борной кислоты) – более 100, литий – 26, фтор – 7,5, йод – 0,9, бром – 9, железо – 29, кремниевую кислоту – 105, стронций – 7. Источники Кармадона являются термальными (их температура колеблется в пределах 40–80 °С). Эти источники минеральной воды используются в качестве лечебных ванн. Содержащие комплекс макро- и микроэлементов в смеси с измельченными шишками они обеспечивают не только стимуляцию прорастания семян, но и предупреждают заболеваемость молодых проростков. Шишки ели и сосны, используемые в опытах с огурцами и картофелем, содержат липиды, танины, многотерпеновые углеводы биофлавоноиды, олеиновую кислоту, смолы, каротины, эфирные масла, дубильные вещества. Эти элементы в комплексе имеют противомикробное действие, обеспечивая надежную защиту растений от поражения.

Результаты опытов свидетельствуют о положительном влиянии растворов шишек хвойных пород на снижение заболеваемости исследуемых растений и увеличение их продуктивности (таблицы 1 и 2).

В опыте с картофелем масса клубней, при замачивании семян в растворе шишек хвойных пород, повышалась с 280 до 430 г, или на 53 % больше чем при использовании в обычной воде, с 330 до 520 г, или на 57%, при использовании термальной минеральной воды. Соответственно в вариантах с применением шишек более высокой была всхожесть гибридных семян и резко снижалось поражение клубней и ботвы картофеля грибными болезнями.

В опыте с огурцами также был получен высокий эффект от применения шишек. В частности, было установлено, что при утилизации шишек путем настаивания их в воде и последующего полива на фоне внесенного в почву органического удобрения в виде птичьего помета по сравнению с контролем (поливом водой) возрастала надземная биомасса растений с 2,07 до 3,76 г/сосуд, или на 81,6 %, увеличивалась масса корней почти в 2 раза и резко снижалась заболеваемость.

Таблица 1 – Всхожесть гибридных семян, масса клубней и заболеваемость картофеля

Варианты опыта	Всхожесть гибридных семян, %	Масса клубней с одного растения, г	Поражение ботвы вирусными болезнями, %	Поражение ботвы грибными болезнями, %	Поражение клубней грибными болезнями, %
Замачивание семян в воде – контроль	58,0	280,0	0	5,4	10,9
Замачивание семян в минеральной воде «Кармадон»	68,0	330,0	0	3,5	6,2
Замачивание семян в растворе шишек в обычной воде	75,0	430,0	0	2,8	3,6
Замачивание семян в растворе шишек в термальной минеральной воде «Кармадон»	98,0	520,0	0	0	0

Таблица 2 – Влияние птичьего помета и водного раствора измельченных шишек на развитие биомассы растений огурца (Опыт ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова)

Варианты опыта	Надземная биомасса			Масса корней, г/сосуд	Заболеваемость, %
	биомасса, г/сосуд	прибавка			
		г/сосуд	% к контролю		
Полив водой	2,07	–	–	1,04	28,6
Полив водным раствором шишек	2,06	–	–	1,18	13,6
Внесение птичьего помета и полив водой	3,43	1,36	65,7	1,47	19,8
Внесение птичьего помета и полив водным раствором измельченных шишек хвойных пород	3,76	1,69	81,6	2,05	9,3

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных разработан способ стимуляции роста и развития овощных культур, включающий обработку с помощью водного раствора измельченных шишек хвойных пород после предварительного их настаивания. При утилизации шишек путем настаивания в воде и использования при замачивании семян картофеля или при поливе огурцов повышалась их продуктивность и резко снижалась заболеваемость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алборов И. Д. Экологический риск, принципы оценки окружающей природной среды и здоровья населения / И. Д. Алборов, В. Б. Заалишвили, В. Г. Тедеева и др. – Владикавказ, 2013. – 340 с.
2. Алексеенко В. А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие. Оценка. / В. А. Алексеенко. – М. : Логос, 2006. – 515с.
3. Способ получения органического удобрения, патент №2535147. Опубликовано 10.12.2014. МПК СО5F3/00.
4. Способ стимуляции роста развития огурцов в закрытом грунте. Авторы: В. Г. Сычев, С. А. Бекузарова, Г. Е. Мерзлая, Р. А. Афанасьев, С. Р. Камболов. Патент №2638324. Опубликовано 13.12.201. Бюл. №35.
5. Способ стимуляции роста и развития гибридных семян картофеля. Авторы: С. А. Бекузарова, З. А. Болиева, С. С. Басиев, З. А. Царикаев. Патент №2629996. Опубликовано 05.09.2017. Бюл. № 25.

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ФОСФОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ФОСФОГИПСА)

Басманов Александр Викторович, магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,
Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, *Казахстан, г. Тараз*,
a.basmanov@mail.ru

Гриценко Наталья Владимировна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,
Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, *Казахстан, г. Тараз*,
natalya1998@inbox.ru

В статье представлены методы по утилизации отходов химического производства (фосфогипса) путем применения в мелиоративной деятельности. Рассмотрена технология повышения урожайности сельскохозяйственных культур на деградированных землях с использованием химического мелиоранта – фосфогипса.

Ключевые слова: фосфогипс, мелиорация, деградированные земли, технология, орошение, повышение урожайности.

INCREASE THE PRODUCTIVITY OF CROPS ON DEGRADED LANDS USING WASTE OF THE PHOSPHORUS INDUSTRY (PHOSPHOGYPSUM)

Basmanov A. V., Gritsenko N. V.

In the article the authors present methods for the utilization of waste of chemical production (phosphogypsum) through application in land reclamation. The technology of increase of productivity of agricultural crops on the degraded lands with use of a chemical a meliorant – phosphogypsum.

Keywords: phosphogypsum, melioration, degraded lands, technology, irrigation, increased yields.

Переработка и утилизация отходов фосфорной промышленности путем использования в мелиорации земель является одним из актуальных направлений по стабилизации и поддержке оптимального экологического состояния водной, земельной и воздушной среды, а также снижению уровня заболеваемости среди местного населения.

На базе фосфатного сырья месторождений хребта Каратау, на юге Казахстана работает химическое предприятие ТОО «Казфосфат». За период эксплуатации Жамбылского филиала «Новоджамбулский фосфорный завод» и Таразского филиала «Минеральные удобрения» (вблизи г. Тараз, Жамбылская область, Казахстан) накопилось более 8 млн т отходов. Утилизация шлака – это серьезная проблема, связанная со значительными непроизводительными затратами.

В КазНИИВХ в течение ряда лет исследуется опыт применения технологии внесения фосфогипса, который апробирован и внедрен в зоне Арысь-Туркестанского канала Южно-Казахстанской области. Эксперимент показал, что урожайность хлопчатника повышалась на 0,5–1,0 т/га в многоводные и 1,0–1,5 т/га в маловодные годы, а озимой пшеницы соответственно на 0,5–1,0 и 0,8–1,2 т/га. Фосфогипс оказывает положительное влияние на развитие сельскохозяйственных культур не только за счет улучшения физико-химических свойств почв, но и увеличения обеспеченности растений подвижными формами фосфора и серы [1].

Более 90 % площадей орошаемых земель расположено на территории южных областей Казахстана: Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызылординской. В этих областях орошение сопровождается замещением в поглощающем комплексе 2-валентного кальция магнием, значительная часть (около 30–35 %) орошаемых земель приобрела свойства такыров, для которых характерна слитность и низкие скорости впитывания воды. Следует отметить, что орошаемые почвы магниевое осолонцевания, как и почвы с высоким содержанием натрия в почвенно-поглощающем комплексе, характеризуются повышенной набухаемостью, усиленной пептизацией коллоидов и снижением устойчивости агрономической структуры, ухудшением фильтрационных свойств почв, высокими темпами выноса гу-

муса и увеличению затрат воды на получение единицы продукции. При поливах почвы заплывают, при междурядных обработках образуются трудноразрушаемые комковатые глыбы, а при иссушении верхнего горизонта формируются глубокие трещины.

В зависимости от степени слитизации почв (нехватки кальция) целесообразно вносить 3–4 т/га фосфогипса на слабослитных почвах, 5–6 т/га на среднеслитных и 7–8 т/га на сильнослитных почвах. Наличие в фосфогипсе кислот повышает его растворимость и обеспечивает значительное улучшение агрономической структуры почв, поэтому урожайность возделываемых культур может возрасти до 2 раз [2].

Исследованиями установлено, что уровень увеличения продуктивности деградированных почв зависит не только от норм внесения химмелиорантов, скорости их растворения и удаления продуктов обмена из мелиорируемых горизонтов, но и технологии их применения.

Климатические условия, хозяйственная деятельность, экономическая состоятельность (наличие финансовых ресурсов) и техническая оснащенность (наличие технических средств) фермерских хозяйств и агрообъединений также определяют сроки и способы внесения химмелиорантов. С учетом складывающейся обстановки целесообразно использовать следующие схемы мелиоративных работ:

При производстве раннеспелых культур (озимая пшеница, бахчи, кукуруза на силос):

После уборки проводят осеннюю вспашку. Глубина вспашки 25–30 см на слабослитных, 30–35 на среднеслитных и 35–40 см на сильнослитных почвах, когда расчетные нормы химмелиоранта превышают 8 т/га. В сухую и ветреную осень, когда возможно выдувание химмелиоранта, его вносят по вспашке и заделывают в почву путем боронования по диагонали. Во влажную осень, когда после внесения химмелиоранта выпадают осадки, потребность в его защите от выдувания отпадает.

В случае выпадения обильных осадков после проведения вспашки, химмелиоранты следует вносить в зимний период по замерзшей почве или снегу, так как их внесение по влажной почве приведет к ее уплотнению.

При нехватке финансовых ресурсов, когда вспашку откладывают на весенний период, до получения кредитов, химмелиоранты вносят осенью и заделывают в почву путем дискования.

При производстве средне- и позднеспелых культур (хлопчатник, кукуруза на зерно, подсолнечник).

После уборки сельскохозяйственных культур проводят осеннюю вспашку. Степень слитизации почв определяет глубину вспашки. На слабослитных почвах она составит 25–30, среднеслитных 30–35, сильнослитных 35–40 см. До наступления периода массового выпадения осадков химмелиоранты вносят по вспашке. Для равномерности их внесения следует использовать разбрасыватели РУМ-5 или 1-РМГ-4. После интенсивных осадков, когда поверхностные горизонты переувлажнены, химмелиоранты вносят по замерзшей почве или по снегу. Данный прием защитит поверхностные горизонты почв от уплотнения и улучшит их водно-физические свойства. При финансовых затруднениях или нехватке техники для проведения осенней вспашки химмелиоранты вносят на поверхность земли и заделывают в почву дискованием.

Все работы по внесению химмелиорантов желательно заканчивать до наступления периода массового выпадения осадков или отрицательных среднесуточных температур воздуха. Зимние оттепели и весенние дожди ускорят обменные реакции, а влагозарядковые поливы обеспечивают вымыв продуктов обмена.

Таким образом, применение фосфогипса на деградированных почвах с низким содержанием кальция создает основу для успешного хозяйствования даже в первый год его применения. Разработанная технология повышения урожайности на деградированных землях путем использования фосфогипса эффективна не только в крупных агроформированиях, но и в малых фермерских хозяйствах. Ориентировочный экономический эффект от применения технологии колеблется в пределах 150–200 долларов США на один гектар.

Длительность последствий фосфогипса составляет более 5 лет, а затраты на его приобретение, транспортировку и внесение окупаются в первые 1–2 года возделывания сельскохозяйственных культур, когда нормы не превышают 6–8 т/га. Кроме того, фосфогипс обладает удобрительным эффектом. При внесении 4–5 т/га фосфогипса запасы фосфора возрастают на 1,0–1,8 мг на 100 г почвы, что соответствует внесению 500–600 кг/га суперфосфата.

Своевременная утилизация промышленных отходов (фосфогипса) при мелиорации деградированных земель не нанесет ощутимого ущерба природной среде, особенно при небольших дозах его внесения (до 10 т/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вышпольский Ф. Ф. Технология водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении / Ф. Ф. Вышпольский, Х. В. Мухамеджанов. – Тараз : ИЦ «Аква», 2005. – 164 с.

2. Технология повышения плодородия солонцеватых почв (рекомендации). (Рассмотрены и одобрены на заседании Ученого совета КазНИИВХ, протокол № 5 от 5.08.2014 г.) – Тараз : КазНИИВХ, 2014. – 15 с.

УДК 631.95

ВЛИЯНИЕ КОМПОСТА НА ЭМИССИЮ CO₂ И N₂O ИЗ СРЕДНЕСУГЛИНИСТЫХ ЛЮВИСОЛЕЙ

Мухина Ирина Максимовна, младший научный сотрудник ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», *Россия*, г. Санкт-Петербург, muhinairina1989@gmail.com

Рижия Елена Яновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», *Россия*, г. Санкт-Петербург, alenarizh@yahoo.com

Ян Хорак, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Словацкий сельскохозяйственный университет, *Словакия*, г. Нитра, jan.horak@uniag.sk

Изучено влияние компоста, полученного из соломы овса, отходов молочной промышленности и каменной пыли, на эмиссию углекислого газа и закиси азота из среднесуглинистой почвы. Внесение компоста не привело к значительному повышению эмиссии углекислого газа из почвы, но достоверно повысило эмиссию закиси азота в 2,8 раза, по сравнению с контролем. Потери С и N в ходе эмиссии CO₂ и N₂O из почвы с компостом были существенно ниже, чем из почвы с минеральным удобрением (10 % – сульфат аммония). До рекомендации использования компоста вместо минеральных удобрений на сельскохозяйственных угодьях требуются дополнительные исследования.

Ключевые слова: компост, сульфат аммония, углекислый газ, закись азота, эмиссия парниковых газов.

INFLUENCE OF COMPOST ON CO₂ AND N₂O EMISSIONS FROM ORTHIC LUVISOL

Mukhina I. M., Rizhiya E. Ya., Horak J.

The effect of compost, obtained from straw of oats, milk sludge and stone powder, on the emission of carbon dioxide and nitrous oxide from *Orthic Luvisol* was studied. Composting did not lead to a significant increase in the emission of carbon dioxide from the soil, but significantly increased the emission of nitrous oxide by 2.8 times, compared with the treatment of the soil without meliorants. The losses of C and N during the emission of CO₂ and N₂O from the soil with the compost were significantly lower than those from the soil with mineral nitrogen (ammonium sulfate). Prior to the recommendation for the use of compost instead of mineral fertilizers in agriculture, additional research is required.

Key words: compost, ammonium sulfate, carbon dioxide, nitrous oxide, GHG emissions

Применение в сельском хозяйстве компоста в качестве органического удобрения может способствовать увеличению количества углерода, хранящегося в этих почвах, и внести су-

щественный вклад в сокращение выбросов парниковых газов [2]. Внесение минеральных и органических удобрений в почву, в том числе и компоста, приводит к изменению микробиологических процессов цикла азота и углерода, отражающемуся в росте эмиссии закиси азота (N_2O) и углекислого газа (CO_2) [3]. Для оценки влияния компоста и минерального азотного удобрения на эмиссию CO_2 и N_2O был проведен 60-дневный лабораторный эксперимент. Среднесуглинистая лювисоль для лабораторного эксперимента была отобрана из верхнего пахотного горизонта (0–15 см) с экспериментального участка Словацкого сельскохозяйственного университета в Нитре, с полигона Маланта ($48^\circ 19' 00''$ с. ш.; $18^\circ 09' 00''$ в. д.). Компост состоял на 45 % из соломы овса, 45 % отходов молочной промышленности и 10 % каменной пыли. Он содержал 17,8 С и 1,4 % N, рН 7,7. Размер частиц компоста составлял 1–8 мм.

В лабораторном эксперименте изучались следующие варианты: 1) почва – контроль без внесения мелиорантов (К), 2) почва + минеральное удобрение из расчета 115 кг N га^{-1} (10 %-ный раствор сульфата аммония) (К+N), 3) почва + компост из расчета 10 т га^{-1} (или 140 кг N га^{-1}) (Ком), 4) почва + компост + минеральный азот.

Почва была высушена, просеяна и помещена по 0,7 кг в вегетационные сосуды объемом 1 л с герметично закрывающимися крышками, увлажнена до влажности равной НВ (18 %). Перед добавлением мелиорантов и удобрения почва была проинкубирована в течение недели с целью достижения в ней равновесного состояния влаги и микробного сообщества, а затем были добавлены исследуемые мелиоранты. Повторность опыта 5-кратная. Отбор воздуха проводился методом закрытых камер из закрытых сосудов при помощи 60-мл шприца в стеклянные сосуды объемом 10 мл [1]. Анализ концентрации CO_2 и N_2O проводился на газовом хроматографе Shimadzu – 2010 PLUS.

Кумулятивная эмиссия CO_2 на 60-е сут эксперимента в контрольном варианте была минимальна и составляла $411,2 \text{ кг CO}_2 \text{ га}^{-1}$ (рисунок 1 А). Внесение минерального азота в варианты почвы с компостом и без вызвало значительный ($p < 0.01$) рост эмиссии CO_2 в 2,3 и 2,7 раза по сравнению с вариантами без сульфата аммония соответственно. Максимальное значение кумулятивной эмиссии в конце опыта наблюдалось в варианте с компостом и минеральным азотом и составляло $1170,8 \text{ кг CO}_2 \text{ га}^{-1}$. Внесение компоста в почву незначительно ($p < 0,05$) повысило кумулятивную эмиссию CO_2 в 1,2 раза до $510,6 \text{ кг CO}_2 \text{ га}^{-1}$.

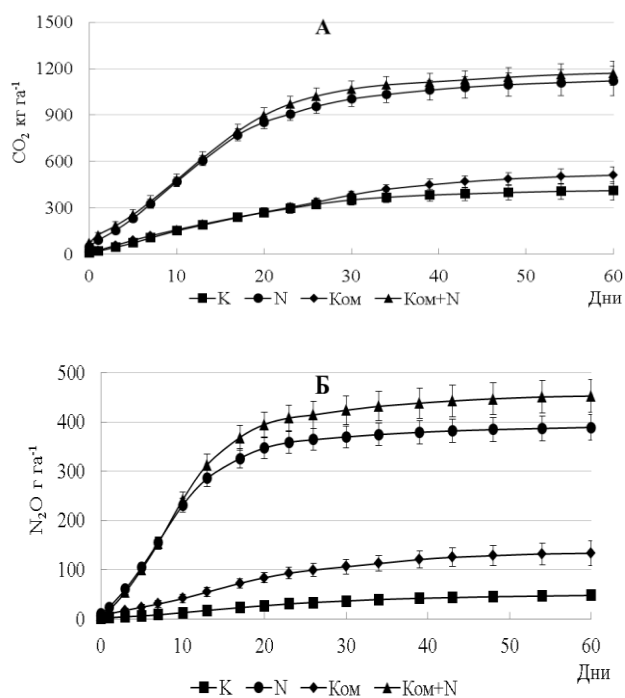


Рисунок 1 – Кумулятивная эмиссия CO_2 (А) и N_2O (Б) из среднесуглинистой лювисоли за 60 дней.

Эмиссия N_2O из среднесуглинистой почвы значительно варьировала в течение первых четырех недель эксперимента (рисунок 1 Б). Минимальная эмиссия закиси азота отмечалась в контрольном варианте, в конце эксперимента кумулятивная эмиссия в нем составляла $48,2 \text{ г } N_2O \text{ га}^{-1}$. Внесение компоста в почву привело к достоверному ($p < 0,05$) повышению кумулятивной эмиссии N_2O в 2,8 раза. Внесение минерального азота в почву привело к значительному росту эмиссии закиси азота в первые 17 дн эксперимента. Кумулятивная эмиссия в вариантах почвы с минеральным азотом была достоверно ($p < 0,05$) в 3,4 и 8,1 раза выше, чем в вариантах почвы с компостом и без компоста соответственно. Максимальная кумулятивная эмиссия закиси азота наблюдалась в варианте совместного внесения компоста и минерального азота и составляла $452,7 \text{ г } N_2O \text{ га}^{-1}$ на 60-й день эксперимента. Таким образом, внесение компоста в легкосуглинистые лювисоли не привело к значительному повышению эмиссии углекислого газа. Углерод в компосте не подвергается быстрому разложению микроорганизмами и может быть использован для секвестрации углерода и повышения содержания органического вещества в почве. При этом внесение минерального удобрения стимулирует микробиологическую активность и приводит к достоверному повышению эмиссии углекислого газа из почвы и, следовательно, снижению содержания углерода в почве.

Используемый компост характеризовался значительным содержанием азота и при внесении в почву привел к значительному росту эмиссии N_2O из почвы. Однако, несмотря на то, что содержание азота в дозе вносимого компоста выше, чем в дозе используемого минерального азота, эмиссия закиси азота из варианта с компостом была достоверно меньше в 3 раза по сравнению с вариантом почвы с минеральным азотом. Компост, воздействуя на микробиологические процессы в почве за счет изменения структуры и химического состава и соотношения C/N почвы позволяет снизить потери азота в виде N_2O в атмосферу по сравнению с использованием в качестве дополнительного источника азота минерального удобрения в виде сульфата аммония..

ЛИТЕРАТУРА

1. Бучкина Н. П. Мониторинг эмиссии закиси азота из сельскохозяйственных почв : Методические рекомендации / Н. П. Бучкина, Е. В. Балашов, Е. Я. Рижия, С. В. Павлик. – Изд. СПб. : Россельхозакадемии, 2008. – 20 с.
2. Favoino E. The potential role of compost in reducing greenhouse gases / E. Favoino, D. Hogg // Waste management and research. – 2008. – V. 26. – P. 61–69.
3. Hao X. Greenhouse gas emissions during cattle feedlot manure composting / X. Hao, C. Chang, F. J. Larney, G. R. Travis // Journal of Environmental Quality. – 2001. – V. 30. – P. 376–386.

УДК 57.04

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ БАКТЕРИАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Глущенко Виктория Евгеньевна, магистрант факультета почвоведения Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова, *Россия*, г. Москва, gve.994@gmail.com

Щеголькова Наталия Михайловна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник факультета почвоведения Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова, *Россия*, г. Москва, nshegolkova@mail.ru

Был проведен модельный эксперимент по изучению разложения ксенобиотиков активными илами разных очистных сооружений. В результате было установлено, что на изменение структуры бактериального сообщества в большей степени влияет его начальная структура, а не добавляемый токсикант.

Ключевые слова: активный ил, молекулярно-биологические методы, ксенобиотики.

THE INVESTIGATION OF THE BACTERIAL COMMUNITY STRUCTURE OF ACTIVATED SLUDGE FOR TREATMENT PLANTS BY MOLECULAR BIOLOGICAL METHODS

Glushchenko V. E., Shegolkova N. M.

The model experiment on studying of xenobiotics decomposition with activated sludges of different treatment facilities was conducted. As a result it's established that changes of structure of bacterial community are influenced more by with initial structure, but not with added toxicant.

Key words: activated sludge, molecular biological methods, xenobiotics.

В настоящее время серьезную опасность представляют искусственно созданные органические соединения (ксенобиотики), количество которых в окружающей среде постоянно растет. Целью исследования было оценить эффективность трансформации органических поллютантов активным илом из очистных сооружений с разным составом поступающих стоков и исследовать изменение структуры бактериоценозов в динамике при разложении модельных ксенобиотиков.

Объектами исследования служили:

- 1) активный ил аэротенков очистных сооружений 1, проектной мощностью около 3 млн м³/сут.;
- 2) активный ил аэротенков очистных сооружений 2, проектной мощностью 160 тыс. м³/сутки.

Пробы отбирались в центральной части аэротенков.

Задачами исследования было: 1) выявить динамику структуры бактериальных сообществ двух разных активных илов (АИ), в которые добавлены одинаковые модельные токсиканты (в сравнении с контролем); 2) исследовать статистические различия между пробами в каждом реакторе, чтобы оценить однородность структуры активного ила.

Проведено 3 модельных эксперимента длительностью 1 нед: в разные реакторы постоянного перемешивания с активными илами добавлялись: 1) три ксенобиотика, относящихся к различным классам органических веществ, – дибутилфталат, бенз[а]пирен, гексахлорциклогексан (добавление происходило к активным илам, взятым из двух очистных сооружений); 2) смесь 3 фенолов в 3 концентрациях (5, 50 и 500 ПДК): 2,4-дихлорфенол, 2,4,6-трихлорфенол, пентахлорфенол (смесь добавлялась к АИ сооружения 2).

Метагеномный анализ. Выделение тотальной ДНК проводили с помощью прибора MagnaPure Compact MPCC 1742 (Roche, Швейцария) в соответствии с протоколом производителя. При проведении ПЦР были использованы праймеры, комплементарные гену 16S (Illumina, США). После ПЦР была проведена очистка библиотек от димеров праймеров при помощи магнитных шариков Agencourt AMPure Beads (Beckman Coulter, США). Секвенирование проводили на приборе Illumina MiSeq в Центре Коллективного Пользования при Институте молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН (http://www.eimb.ru/RUSSIAN_NEW/INSTITUTE/ccu_genome_c.php).

Во время проведения модельных экспериментов по исследованию очищающей способности активного ила к органическим поллютантам изменения интегральных показателей зарегистрированы не были. Исходя из этого факта, можно сделать вывод, что на протяжении опыта условия среды оставались стабильны. По окончании эксперимента высокая скорость окисления дибутилфталата была установлена для проб из двух сооружений. Следует заметить, что данная группа загрязнителей регулярно встречается в окружающей среде в значительных количествах. Таким образом, следует предположить, что данное микробное сообщество приспособлено к постоянному поступлению соединений этого класса и способно быстро адаптироваться для разложения фталиевых эфиров.

Хлорорганические пестициды являются высокотоксичными и обладают значительной устойчивостью в окружающей среде. Было установлено, что дибутилфталат разлагается активным илом гораздо быстрее, чем линдан. При этом оказалось, что активный ил крупного очистного сооружения способен разлагать линдан в 2 раза быстрее. Лучшую приспособляемость данного бактериального сообщества к хлорсодержащим пестицидам можно объяснить наличием в сточных водах полихлорированных бифенилов. Что касается бенз(а)пирена, то во время проведения эксперимента в обеих пробах активного ила не наблюдалось значительного разложения поллютанта.

Изменение структуры бактериального сообщества активного ила в ходе эксперимента. Данные, полученные в результате исследования метагенома активного ила в динамике в трех экспериментах, показали, что таксономические различия для разных активных илов на уровне семейств фиксируются уже в начале эксперимента. На вторые и четвертые сутки было установлено, что наибольшее влияние на объединение проб АИ в кластеры оказывает начальная структура бактериального сообщества, а не добавляемые токсиканты. После статистической обработки полученных данных было выделено два кластера – активный ил первой и активный ил второй станции очистки. В АИ разных очистных сооружений преобладают разные семейства и роды. Например, доминирующими родами в активном иле очистного сооружения 1 являются: *Haliscomenobacter*, *Zoogloea*, *Diaphorobacter*, *Sphaerotilus*, *Thiothrix*, *Ferruginibacter*, *Acinetobacter*, *Runella*, *Cloacibacterium*, *Veillonella*; в активном иле очистного сооружения 2 доминируют: *Propionivibrio*, *Rhodoferrax*, *Collinnsella*, *Terrimonas*, *Litorilinea*, *Flavobacterium*, *Arcobacter*, *Ignavibacterium*, *Blastocatella*, *Alkanindiges*.

За время эксперимента не было зарегистрировано изменений в структуре бактериальных сообществ, которые характеризовали бы определенный модельный поллютант. Активный ил достаточно сложная система, и в ней не существует определенной структурной организации, которая была бы ответственна за деструкцию конкретного загрязнителя. В процессе разложения принимает участие весь бактериоценоз, и на изменение его структуры большее влияние оказывает начальное состояние сообщества, а не вносимый ксенобиотик. Но при сравнении опытов в вариантах с ксенобиотиками были отмечены слабые тенденции по изменению численности некоторых родов. В процессе эксперимента некоторые виды бактерий сократили численность практически до нуля, в то время как численность других видов значительно возросла.

Haliscomenobacter (семейство *Saprospiraceae*) изначально характеризовался довольно высокой встречаемостью в активном иле очистного сооружения 1 и смог сохранить свою численность за время эксперимента в контрольном варианте без поллютантов. А в вариантах с добавлением модельных токсикантов данный род значительно снизил свою представленность. Численность бактерий рода *Prostheobacter* возросла во всех опытах активного ила очистного сооружения 1 и в варианте с бенз(а)пиреном активного ила очистного сооружения 2, в то время как в начале эксперимента его представленность была довольно низкой во всех пробах. Данные микроорганизмы являются грамотрицательными облигатными аэробными бактериями, которые наблюдаются в человеческих фекалиях, почве и пресной воде.

Отчетливо показано возрастание представленности некоторых семейств для активных илов обоих очистных сооружений. Причем в разных АИ мы можем наблюдать совершенно разные ситуации. Например, в активном иле очистного сооружения 1 возросла численность представителей семейств *Verrucomicrobiaceae*, *Caldilineaceae*, *Opitutaceae*, *Rhodocyclaceae*. Несмотря на это в контрольном опыте за время эксперимента не произошло значимого увеличения численности представителей данных семейств.

Что касается активного ила второго очистного сооружения, то в нем наибольшее возрастание численности наблюдалось для бактерий семейств *Rhodocyclaceae*, *Caldilineaceae*, *Opitutaceae*. В контрольном опыте наблюдалось меньше семейств, численность которых значимо возросла. Следует заметить, что в АИ обоих очистных сооружений наблюдалось возрастание численности семейства *Methylophilaceae*, в то время как представители семейств *Chitinophagaceae* и *Saprospiraceae* уменьшили свою численность. Возрастание численности

семейства *Methylophilaceae* наблюдалось как при внесении ксенобиотиков, так и при внесении смеси фенолов.

Обращает на себя факт, что повторности (пробы, отбираемые в одном реакторе одновременно) понедельника (исходный АИ) обладают наивысшим сходством между собой. Далее в процессе эксперимента сходство повторностей зачастую становится менее выражено, чем сходство между разными реакторами. То есть различия начинают формироваться на уровне разных флоккул. Ил становится неоднородным и не достигает однородности в процессе эксперимента (1-я неделя).

Таким образом, во время данного исследования была испытана методика, с помощью которой возможно изучать способность активного ила разлагать разные типы поллютантов. В результате эксперимента было установлено, что активные илы различны в своей очищающей способности к разным группам органических поллютантов. Наилучшую очищающую способность активные илы проявили по отношению к фталатам, наименьшую – по отношению к полиароматическим соединениям.

Структура бактериального сообщества активного ила показала возрастание численности представителей некоторых семейств во время деструкции какого-либо ксенобиотика. Были выявлены группы бактерий, значительно изменившие численность после внесения поллютантов.

Установлено, что самая большая разница отмечается между АИ разных очистных станций. Этот факт позволяет утверждать, что структура и функционирование бактериального сообщества каждого активного ила индивидуальны.

При внесении любого ксенобиотика АИ теряет свою однородность по микробиологической структуре. Вероятнее всего, при перестройке структуры АИ разные флоккулы перестраиваются по разным сценариям.

УДК 57.047:631.95

ПРЯМАЯ ЭМИССИЯ CO₂ И N₂O ИЗ ГРУНТОВ ТЕХНОГЕННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ КОМПОСТИРОВАНИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Рижия Елена Яновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», *Россия, г. Санкт-Петербург, alenarizh@yahoo.com*

Малюхин Дмитрий Михайлович, главный эколог полигона ТБО «Новый Свет – ЭКО», *Россия, г. Гатчина, 6405292@list.ru*

Вертебный Виталий Евгеньевич, старший научный сотрудник ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», *Россия, г. Санкт-Петербург, verteb.22@mail.ru*

Мухина Ирина Максимовна, младший научный сотрудник ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», *Россия, г. Санкт-Петербург, muhinairina1989@gmail.com*

Ткачёва Александра Юрьевна, инженер ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», *Россия, г. Санкт-Петербург, himlabafi@yandex.ru*

Изучено влияние грунта техногенного, полученного при компостировании органической части твердых коммунальных отходов (отсев грохочения), на прямую эмиссию диоксида углерода и закиси азота в атмосферу. Срок компостирования 3–6 мес. На интенсивность эмиссии изучаемых парниковых газов влияла экспозиция склона, микрорельеф и абиотические условия жизнедеятельности микроорганизмов, контролирующих образование парниковых газов. Для рекомендации к применению грунтов техногенных для рекультивации/реабилитации нарушенных земель требуются дополнительные исследования.

Ключевые слова: диоксид углерода, закись азота, компостирование твердых бытовых отходов, грунт техногенный, рекультивация земель

DIRECT CO₂ AND N₂O EMISSIONS OF FROM THE SOLID DOMESTIC WASTES COMPOSTING

*Rizhiya E. Ya, Maljuhin D. M., Vertebniy V. E.,
Mukhina I. M., Tkachjova A. Yu.*

The influence of the municipal solid waste composting on the direct carbon dioxide and nitrous oxide emissions was studied. The emission intensity of the studied greenhouse gases was influenced by the exposure of the slope, the relief and abiotic conditions of the microbial activity controlling the formation of greenhouse gases. Prior to the recommendation for the use of techno-ground for remediation of lands additional studies are required.

Key words: carbon dioxide, nitrous oxide, solid waste composting, techno ground, land reclamation

Обращение с твердыми коммунальными отходами (ТКО) относится к числу источников существенного образования парниковых газов (ПГ). Согласно данным 6-го национального сообщения РФ об изменении климата, на долю выбросов ПГ из сектора «Отходы» приходится до 3 % всех выбросов ПГ антропогенного происхождения в РФ. В толще ТКО под воздействием микрофлоры происходит биотермический анаэробный процесс разложения органических составляющих отходов. В результате этого процесса образуется биогаз, основную объемную массу которого составляют метан (CH₄) и диоксид углерода (CO₂). Кроме того, биогаз содержит пары воды, оксид углерода, оксиды азота, в том числе закись азота (N₂O), аммиак, углеводороды, сероводород, фенол и в незначительных количествах другие примеси, которые, попадая в атмосферу, загрязняют окружающий воздух и наносят ущерб атмосфере [2].

Минимизация накопления отходов, их вторичная переработка и утилизация являются приоритетными направлениями по управлению отходами каждого полигона. На полигоне ТБО «Новый Свет–Эко» обеспечивается комплекс природоохранных мероприятий по обработке и утилизации ТКО, дегазации тела полигона, а также проводится полевое компостирование органической составляющей ТКО. В результате компостирования получается грунт техногенный, который в дальнейшем используется для пересыпки свалочных масс и формирования откосов, а также для рекультивации нарушенных земель для дальнейшего создания агроландшафта [5].

Для оценки степени возможных прямых эмиссий CO₂ и N₂O из техногрунтов, отсыпанных на склонах полигона, были проведены полевые исследования. Время компостирования измельченных ТКО – 3–6 мес. Изучались восточный (С1) и северный (С2) склоны полигона. Микрорельеф склонов был сформирован в виде гребней (г) и борозд (б). Отбор проб воздуха осуществлялся методом закрытых камер [1]. Время экспозиции камер на поверхности грунта 30 мин. Устанавливались по 4 камеры на гребни (г) и 4 камеры на борозды (б). Отбор проб воздуха проводился в стеклянные флаконы с герметично закрытыми крышками с помощью шприца 60 мл через трехходовой кран, вмонтированный в центр каждой камеры. Анализ концентрации CO₂ и N₂O в образцах воздуха выполняли на газовом хроматографе Carlo Erba Strumentazione 4130, оснащенный детектором электронного захвата.

Известно, что биологическая активность микроорганизмов, формирующих эмиссионные потоки ПГ, зависит от абиотических факторов (температура, осадки, атмосферное давление, pH) [3]. Сезонные колебания данных факторов могут вызвать изменение условий жизнедеятельности микроорганизмов и повлиять на скорость образования биогаза в теле полигона [4, 6]. При измерении температуры верхних слоев техногрунта (0–10 см) в момент установки закрытых камер на изучаемых участках полигона были установлены существенные различия в данном показателе. Максимальные температуры от 65 до 69 °С были установлены на П. На изучаемом склоне С1 температура варьировала от 45 до 49 °С, а на С2 – от 19 до 21 °С.

Результаты исследования показали значительное варьирование концентрации изучаемых парниковых газов из техногрунта, отсыпанного на склонах разной экспозиции полигона. Изменение эмиссии CO₂ и N₂O на изучаемых объектах представлено на рисунке 1.

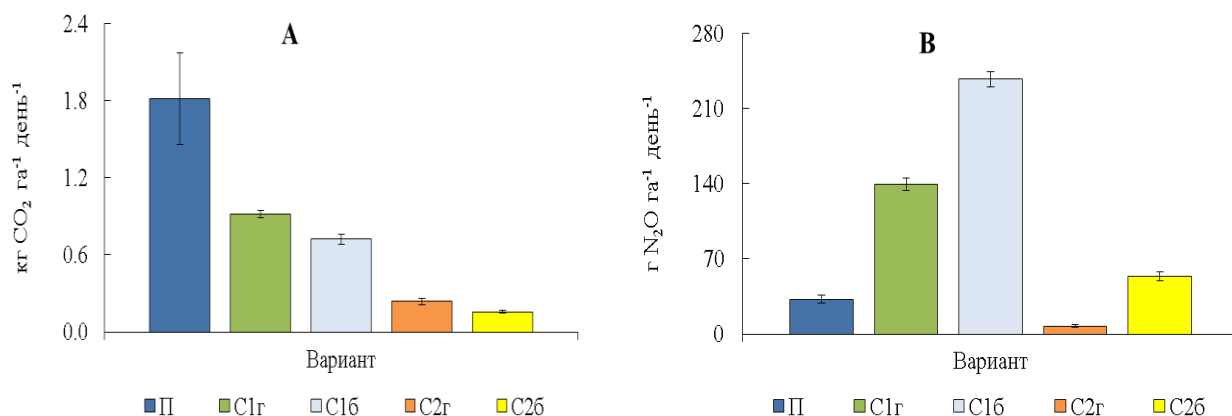


Рисунок 1 – Эмиссия CO₂ и N₂O из грунтов техногенных, полученных компостированием твердых коммунальных отходов: А – эмиссия углекислого газа, В – эмиссия закиси азота.
П – площадка компостирования техногрунта; С – отсыпной склон: С1 – восточный склон, С2 – северный склон; г – гребень; б – борозда.

На изучаемых склонах минимальные эмиссии CO₂ и N₂O были определены на С2, где температура техногрунта была также минимальной. Скорее всего, на концентрацию изучаемых газов оказали влияние условия аэрации. В более плотных бороздах (из-за уплотнения колесами техники) количество CO₂ выделялось в 4 раза меньше, а N₂O – в 7,5 раз больше по сравнению с грядами. На площадке С1 количество CO₂ и N₂O увеличилось в 4,7 и 4,4 раза, соответственно, по сравнению со склоном С2. Разница между эмиссиями ПГ из гряд и борозд данной площадки составляла 22 %, с большей из борозд. Максимальное выделение CO₂ было отмечено на площадке компостирования – от 1,4 до 2,5 кг/га/день. Эмиссия закиси азота на данной площадке варьировала от 26 до 38 г/га/день.

В целом эмиссии изучаемых ПГ из грунтов техногенных, которые использовались для пересыпки откосов полигона, превышают аналогичные эмиссии из агродерново-подзолистых почв, характерных для Гатчинского района в десятки раз. Дальнейшие рекомендации использования грунтов техногенных для рекультивации и/или реабилитации нарушенных земель техногенного рельефа требует изучения физических характеристик техногрунта (особенно плотности, влажности, аэрации), физико-химических (рН) и биологических (микробиологическое разнообразие, отвечающее за образование CO₂ и N₂O).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бучкина Н. П. Мониторинг эмиссии закиси азота из сельскохозяйственных почв : Методические рекомендации / Н. П. Бучкина, Е. В. Балашов, Е. Я. Рижия, С. В. Павлик// СПб. : Изд. Россельхозакадемии, 2008. – 20 с.
2. Методические указания по расчету количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов. – М., 1995 – 6 с.
3. Пошон Ж. Почвенная микробиология / Ж. Пошон, Де Баржак Г. – М. : Мир, 1988. – 53 с.
4. Степанов А. Л. Образование и поглощение парниковых газов в почвах // Почвы в биосфере и жизни человека : монография / А. Л. Степанов. – М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. С. 118–134.
5. Теплякова Т. Е. Особенности формирования растительного покрова на новых видах органогенных субстратов при рекультивации полигона твердых бытовых отходов / Т. Е. Теплякова, Д. М. Малюхин, Л. Г. Бакина // Биосфера. – 2014. – Т. 6. – № 1. – С. 118–129.
6. Crutcher, A. J., Rovers, R. A., and McBean, E. A., Methane Gas Utilization from a Land-fill Site // ASCE-Journal of the Energy Division. – 1981. – 107. – No. – EY1. – P. 95–102.

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ: НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ

Будников Виктор Иванович, кандидат технических наук, ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, f1448@yandex.ru

Смагин Андрей Валентинович, доктор биологических наук, профессор, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, smagin@list.ru

Белов Юрий Леонидович, кандидат технических наук, «Институт технической химии» Уральского отделения РАН, филиал ФГБУН «Пермский федеральный исследовательский центр» УрО РАН, Россия, г. Пермь, belovpm@yandex.ru

Рассмотрены технические решения получения и применения полимерных композиционных влагоудерживающих материалов. Приведены сравнительные результаты водосорбционных свойств данных материалов в зависимости от типа наполнителей и соотношения сомономеров.

Ключевые слова: полимерные композиционные влагоудерживающие материалы, наполнители, промышленные отходы, гидрогель, водосорбционные свойства.

THE WATER-RETAINING POLYMER COMPOSITE MATERIALS: SOME ASPECTS OF PRODUCTION AND APPLICATION

Budnikov V. I., Smagin A. V., Belov Y. L.

Technical solutions preparation and application of polymeric composite water-retaining materials are considered. Comparative results of adsorption properties of these materials depending on the type of fillers and the ratio of comonomers are given.

Key words: polymer composite water-retaining materials, fillers, industrial waste, hydrogel, water-absorbing properties.

Полимерные гидрогели широко используются в качестве влагоудерживающих материалов в сельском хозяйстве в современных технологиях интенсивного земледелия, ландшафтном дизайне, лесоводстве и др. [2, 5, 10]. Наибольшее распространение в настоящее время получили акриловые полимеры и сополимеры (на основе солей акриловой кислоты и акриламида). Также производятся полимеры на базе полисахаридов. Последние заметно дешевле, но и срок их работы в почве значительно меньше ввиду быстрой биодеструкции.

В последние десятилетия всё больше внимания уделяется композиционным влагоудерживающим материалам. Данные материалы представляют собой гидрофильные акриловые сополимеры с трехмерной сетчатой структурой, содержащие различные наполнители. Наполнителями могут быть глинистые материалы, вулканические минеральные порошки, торф, лигнин, органоминеральные отходы, бурый уголь и др. [1, 7, 11, 8, 9]. Дополнительными наполнителями могут быть микроэлементы, антисептические вещества, средства защиты растений, стимуляторы роста и др.

Преимуществами композиционных влагоудерживающих материалов являются их меньшая стоимость, лучшие физико-механические характеристики, снижение зависимости степени набухания от концентрации солей в почве, наличие микроэлементов и биологически активных веществ, возможность сорбции наполнителями излишних количеств нежелательных ионов (фосфаты, тяжелые металлы) и т. д. [3, 4].

Процесс получения полимерных композиционных влагоудерживающих материалов заключается в радикальной сополимеризации с окислительно-восстановительной системой инициирования солей акриловой кислоты и акриламида, предварительно смешанных с наполнителем. Наполнитель может быть как индивидуальным, так и многокомпонентным. Из солей акриловой кислоты наиболее часто используется акрилат натрия, реже калия. Кажущееся преимущество акрилата калия (макроэлемент питания растений) перед акрилатом натрия нивелируется низкой дозой внесения влагоудерживающих материалов в почву, соответственно и калия, и его более высокой стоимостью.

Изучение свойств влагоудерживающих материалов показывает необходимость использования в качестве сомомера акриламид. Его наличие позволяет: увеличить прочность сопо-

лимера, т. е. увеличить сорбционную ёмкость под давлением почвы; снизить зависимость водосорбционных свойств от концентрации солей в почве (рисунок 1); снизить эффект гелеобразования при набухании сополимера; удешевить стоимость конечного продукта. Недостатком использования акриламида является снижение сорбционной ёмкости и скорости набухания сополимеров, что частично компенсируется снижением содержания сшивающего агента.

Проведенные исследования токсичных свойств акриламида и влагоудерживающих материалов на его основе показали, что они являются нетоксичными и биodeградебельными соединениями, не нарушают бактериальную флору почвы и могут служить дополнительным источником питания для почвенных бактерий [3, 4]. Также следует отметить, что степень и скорость водопоглощения и прочность сополимера (степень сшивки) являются антибатными характеристиками, т. е. чем больше и быстрее сополимер сорбирует воду на поверхности почвы, тем хуже он будет сорбировать воду в почве.

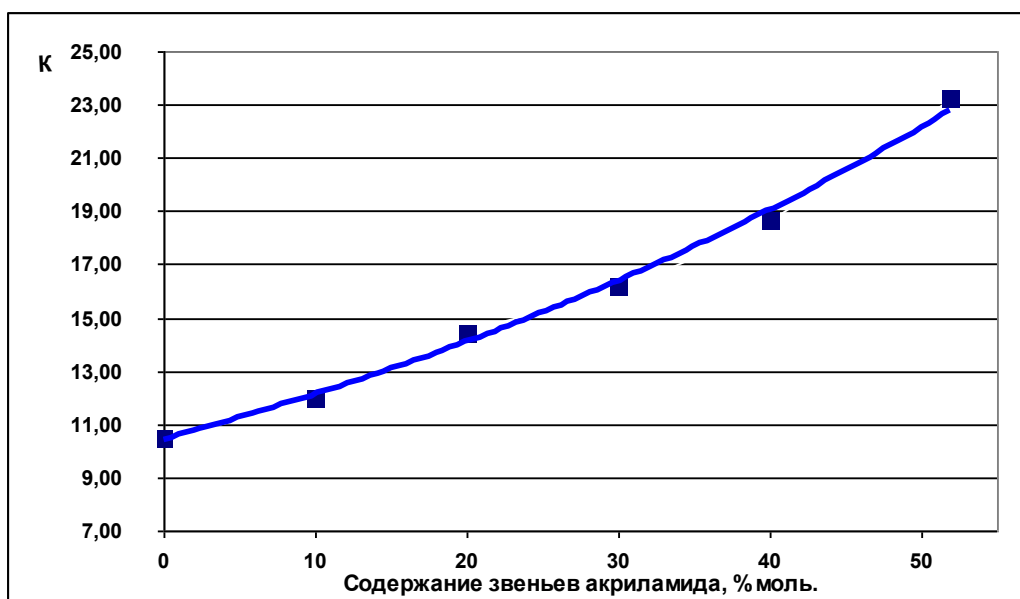


Рисунок 1 – Зависимость соотношения К равновесной степени набухания влагоудерживающих сополимеров в растворе KCl (3,0 г/дм³) и дистиллированной воде от содержания акриламида в сополимере (акрилат аммония+акриламид).

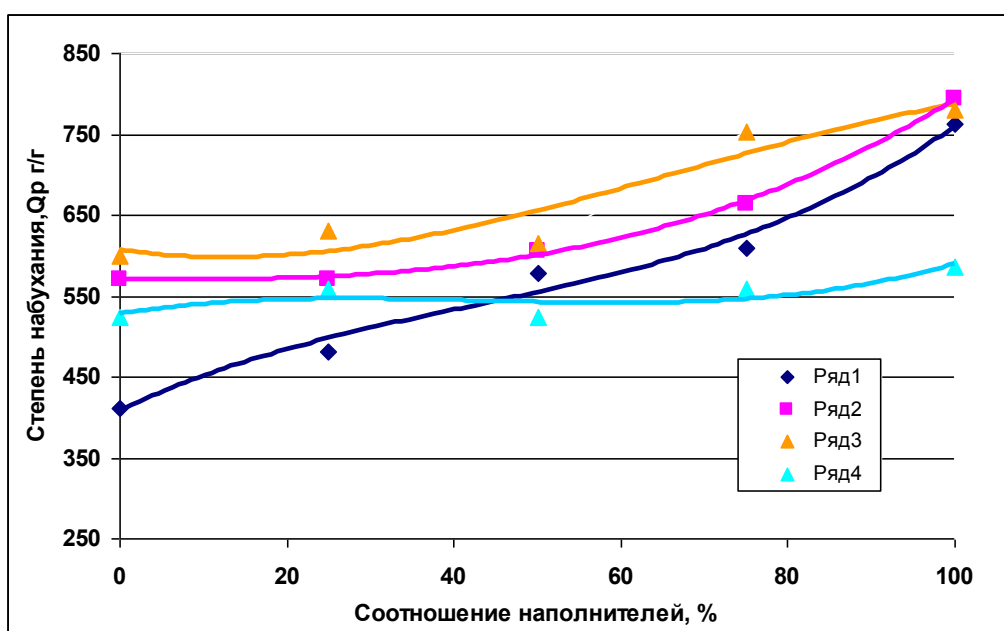


Рисунок 2 – Влияние соотношения разных наполнителей и полимерных матриц на степень водопоглощения дистиллированной воды: 1 – ТН+МН+АНА; 2 – ТН+МН+ААм; 3 – ТОБК+МН+ААм; 4 – ТОБК+ТН+ААм.

Введение в структуру суперабсорбентов кроме индивидуальных наполнителей смеси нескольких наполнителей, микроэлементов и биологически активных веществ также оказывает дополнительное влияние на водосорбционные свойства. На рисунке 2 представлены результаты влияния соотношения в смеси наполнителей и мономеров полимерной матрицы на водосорбционные свойства композиционных влагоудерживающих материалов. Рассмотрены смеси наполнителей: торфяной наполнитель (ТН), твердые отходы биокаталитического производства акриловых мономеров (ТОБК), минеральный наполнитель (МН). Полимерная матрица на основе акриламида и солей акриловой кислоты – натрия (АНа) и аммония (ААм).

На рисунке 3 приведены отдельные результаты изучения свойств разработанных композиционных влагоудерживающих материалов с разными наполнителями и добавками микроэлементов (БН – без наполнителя, В – борная кислота, Ag – ионы серебра). Полимерная матрица – акрилат аммония и акриламид. Все остальные условия синтеза материалов одинаковы. Приведенные данные демонстрируют разное влияние наполнителей и микроэлементов на сорбционную способность получаемых материалов.

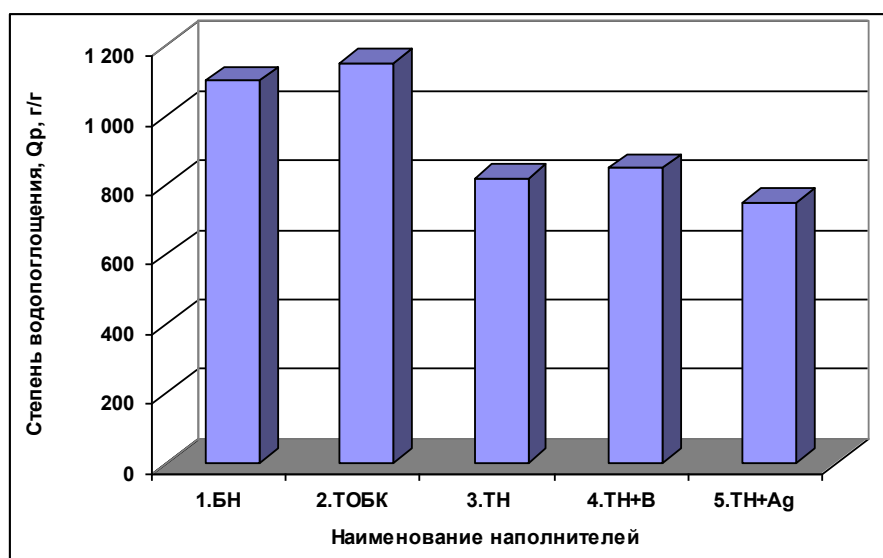


Рисунок 3 – Степень поглощения дистиллированной воды композиционными влагоудерживающими материалами.

Полученные результаты показывают, что за счет использования разных по назначению наполнителей, добавок микроэлементов, биологически активных веществ и изменения соотношения мономеров в полимерной матрице возможно создавать композиционные влагоудерживающие материалы с широкой гаммой эксплуатационных свойств.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант № 16-16-04014.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агро-гелевые полимеры и композиты/ <http://www.ru.geoplant-aquasafe.com/>
2. Бектуров Е. А. Полимерные гидрогели / Е. А. Бектуров, И. Э. Сулейменов. –Алматы : Гылым. – 1998. – 212 с.
3. Будников В. И. Разработка влагоудерживающих материалов с повышенным водопоглощением слабоминерализованных вод / В. И. Будников, В. В. Синкин, В. Н. Стрельников //Техническая химия. От теории к практике : Сб. статей II Междунар. конф. / ИТХ УрО РАН. – Пермь, 2010. – Т. 3 – С. 101–105.
4. Евсикова О. Е. Синтез, набухание и адсорбционные свойства композитов на основе полиакриламидного геля и бентонита натрия / О. Е. Евсикова, С. Г. Стародубцев, А. Р. Хохлов // ВМС. – Сер. А. – Т. 44. – № 5. – С. 802–808.

5. Казанский К. С. Сильнонабухающие полимерные гидрогели – новые влагозадерживающие почвенные добавки / К. С. Казанский, Г. В. Ракова, Н. С. Ениколопов и др. // Вестник с.-х. науки. – 1988. – № 4. – С. 125–132.
6. Максимов А. Ю. Влияние гидрогелей полиакриламида на микрофлору почв / А. Ю. Максимов, Ю. Г. Максимова, В. А. Демаков, В. И. Будников / Вестник Пермского университета. Серия «Биология». – 2010. – Вып. 1(1). – 45–49.
7. Патент RU 2189382 Влагоднабухающий почвенный кондиционер и способ его получения / А. В. Черкасов, Г. П. Епишина, Т. А. Байбурдов, Л. Л. Ступенькова
8. Патент RU 2536509 Композиционный влагоудерживающий материал и способ его получения / В. И. Будников, А. В. Смагин, В. Б. Назаров и др.
9. Патент RU 2639789 Полимерный композиционный влагоудерживающий материал и способ его получения / В. И. Будников, А. В. Смагин
10. Смагин А. В. Теория и практика конструирования почв / А. В. Смагин. – М. : Изд-во МГУ, 2012. – 556 с.
11. Стрельников В. Н. Полимерный гидрогель для использования в технологии орошения почв / В. Н. Стрельников, В. И. Будников, В. В. Синкин // Аграрная наука. – 2007. – № 10. – С. 18–19.

УДК 579.67

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА (ОБЕЗВОЖЕННОГО ОСАДКА АКТИВНОГО ИЛА)

Пантюхина Жанна Леонидовна, аспирант, *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, zrantyuxina@mail.ru*
Щемелинина Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, tatyana.komi@mail.ru*
Анчугова Елена Михайловна, инженер-исследователь, *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, urosova@gmail.com*
Володин Владимир Витальевич, доктор биологических наук, *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, volodin@frc.komisc.ru*

Исследована возможность использования модифицированного обезвоженного осадка активного ила в качестве носителя для получения инновационного Биосорбента для нефтезагрязненных сред, где биологическим агентом является иммобилизованный на нем консорциум микроорганизмов-нефтедеструкторов. Эффективность нефтедеструкции с помощью Биосорбента за 21 сут составила 96 %. Выявлена биodeградеability сорбента в почве. За 90 сут сорбент полностью разложился.

Ключевые слова: активный ил, биосорбент, микроорганизмы, биодеструкция, биodeградеability.

EVALUATION OF POSSIBILITY OF DEWATERED ACTIVATED SLUDGE DERIVED SORBENTS APPLICATION

Pantyuhina J. L., Shchemelinina T. N., Anchugova E. M., Volodin V. V.

The possibility of modified dewatered activated sludge application as a carrier for innovative Biosorbent with the consortium of oil-degrading microorganisms immobilized for oil-contaminated environments was investigated. The oil removal efficiency of 96 % was measured in 21 days. The biosorbent was completely decomposed in soil in 90 days.

Key words: activated sludge, biosorbent, microorganisms, biodegradation, biodegradability.

Мировой опыт по ликвидации аварийных разливов на водной и грунтовой поверхностях, утилизации нефтяных шламов все больше свидетельствует о преимуществе сорбционных методов, которые позволяют оперативно и с меньшими затратами осуществлять сбор и переработку нефти и нефтепродуктов. Перспективным методом является использование в качестве сорбента отходов производства.

В Республике Коми расположено крупное лесопромышленное предприятие АО «Монди СЛПК», одним из отходов которого является обезвоженный осадок активного ила (ежегодный вывоз на полигон составляет 30 тыс. т). Обезвоженный осадок активного ила представляет собой избыток искусственно выращенного биоценоза при аэрации антропогенно загрязненных вод, а после термической модификации и высушивания – гидрофобный сорбент [1]. В связи с этим вовлечение этого отхода в дальнейший технологический процесс приобретает все большую актуальность.

Ранее был сконструирован Биосорбент на основе обезвоженного осадка активного ила и углеводородокисляющих организмов [2, 3]. Задача последующих исследований состояла в оценке свойств модифицированного обезвоженного осадка, его биодegradабельности в почве.

Обезвоженный осадок активного ила модифицировали с помощью стерилизации при температуре 121 °С и давлении 1,8 бар в течение 20 мин для инактивации патогенной микрофлоры (Сорбент). На модифицированный носитель наносили суспензии микроорганизмов-нефтедеструкторов, взятые в эффективных количествах, в соотношении 1 часть суспензии к 10 частям носителя. Биосорбент высушивали при температуре 23–27 °С.

На первом этапе исследований оценивали эффективность биодеструкции Биосорбента (модифицированный обезвоженный осадок активного ила с иммобилизованными на нем микроорганизмами) и сорбента (обезвоженного осадка активного ила).

Сорбент и Биосорбент вносили в загрязненную НП водопроводную воду. Образцы экспонировали при комнатной температуре и естественном освещении в течение 21 сут. По окончании эксперимента анализировали остаточное содержание НП в незагрязненном обезвоженном осадке активного ила и в биомассе Сорбента и Биосорбента.

В модельном эксперименте произошла сорбция НП Сорбентом и Биосорбентом, образовалась биопленка, которая за период эксперимента в образце Биосорбента увеличилась в объеме в 3 раза (рисунок 1). Эффективность очистки от НП в биомассах Сорбента и Биосорбента спустя 21 сут составила 64 % и 96 %, соответственно. Таким образом, разложение углеводородов нефти происходит активнее в биомассе с иммобилизованными микроорганизмами-нефтедеструкторами.



Рисунок 1– Образование биопленки

Таблица 1 – Эффективность биодеструкции нефтепродуктов с помощью Сорбента и Биосорбента за 21 сут

№	Образец	Содержание НП в начале эксперимента, г/кг	Содержание НП спустя 21 сутки, г/кг
1	Положительный контроль (незагрязненный обезвоженный осадок активного ила)	0.056	
2	Сорбент + НП	3.1 ± 0.3	1.1 ± 0.1
3	Биосорбент + НП	15.0 ± 0.2	0.60 ± 0.06

Отработанный на нефтезагрязненной воде Биосорбент, который образовал биопленку, перенесли в экспериментальные емкости, наполненные дерново-подзолистой почвой (рисунок 2). Почву периодически увлажняли.

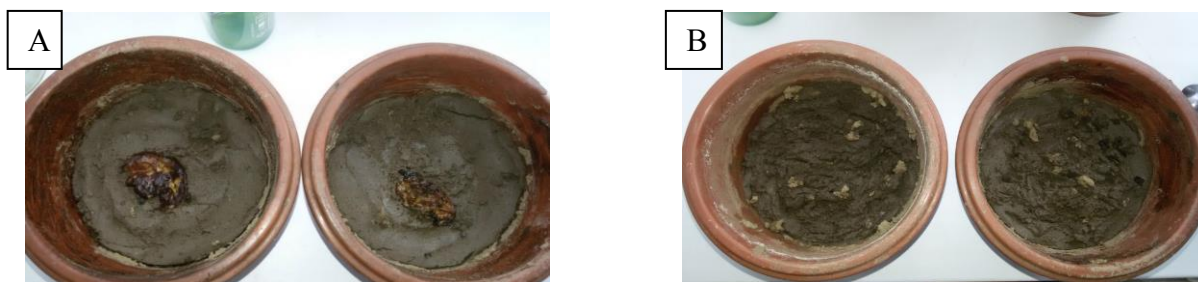


Рисунок 2 – Эксперимент по биodeградability сорбента:
А – начало эксперимента; В – почва по истечении 90 сут, полное разложение биопленки

Визуальный осмотр проб в течение 90 сут показывал, что биопленка постепенно разлагалась и к концу эксперимента полностью исчезла. Динамика содержания НП в дерново-подзолистой почве также свидетельствует о полном разложении биосорбента за 90 сут (таблица 2).

Таблица 2 – Концентрация нефтепродуктов почве, мг/кг

Вариант	0 суток	30 суток	90 суток
Контроль (Незагрязненная почва)	56.0 ± 20.0	60.0 ± 20.0	60.0 ± 20.0
Незагрязненная почва + Биосорбент	1100 ± 500	600.0 ± 250.0	67.0 ± 20.0

За 90 сут сорбент полностью разложился. Содержание нефтепродуктов стало близко к массовой концентрации органических веществ почвы.

Разработанный Биосорбент и технология его применения рекомендуются для внедрения в очистные сооружения промышленных предприятий, отходом которых являются нефть и нефтепродукты.

Работа выполнена в рамках Государственного задания «Разработка биокаталитических систем на основе ферментов, микроорганизмов и растительных клеток, их иммобилизованных форм и ассоциаций для переработки растительного сырья, получения биологически активных веществ, биотоплива, ремедиации загрязненных почв и очистки сточных вод» АААА-А17-117121270025-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сопрунова О. Б. Использование цианобактериального комплекса для ремедиации нефтезагрязненных сред / О. Б. Сопрунова // Биотехнология. – 2006. – № 5. – С. 52–56.
2. Пантюхина Ж. Л. Микроорганизмы и сорбенты в очистке сточных вод. Актуальные проблемы биологии и экологии / Ж. Л. Пантюхина, Д. В. Тарабукин. – Сыктывкар, 2015. – С. 272–275.
3. . Щемелинина Т. Н. Биопрепарат "Универсал" и микроводоросли в условиях углеводородного загрязнения // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю. А. Овчинникова / Т. Н. Щемелинина, М. Ю. Маркарова, Н. В. Злобина, Ж. Л. Пантюхина. – Т. 10. – № 2. – 2014. – С. 18–22.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ СОРГО САХАРНОГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Персикова Тамара Филипповна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Беларусь, г. Горки, persikova52@rambler.ru

Блохина Екатерина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Беларусь, г. Горки, katttrin12@mail.ru

В статье представлены результаты исследований влияния сроков посева и доз вносимых азотных удобрений и микроэлементов на урожайность и качество зеленой массы гибрида сорго сахарного Славянское приусадебное.

Ключевые слова: сорго, удобрения, микроэлементы, продуктивность, протеин, сахар, обменная энергия.

AGROECOLOGICAL WAYS TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF SOWING SORGHUM SACHARATUM IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-EAST OF BELARUS

Persikova T. F., Blohina E. A.

The article presents the results of the effect of planting dates and doses introduced nitrogen fertilizers and microelements on yield and quality of green mass of hybrid sorghum Slavianskoe priysadebnoe .

Keywords: sorghum, fertilizers, microelements, productivity, protein, sugar, metabolizable energy

Для интенсивного развития животноводства, существенного повышения продуктивности всех видов скота требуется дальнейшее наращивание производства высококачественных кормов, создание прочной кормовой базы. В сложившихся в последние годы засушливых условиях существует необходимость кардинального пересмотра классических принципов зеленого конвейера. Одной из культур, которая способна обеспечивать стабильные урожаи в условиях недостатка влаги, является сорго – перспективная кормовая культура, предназначенная для возделывания в условиях недостаточного увлажнения [1]. Оно получило высокую оценку не только как урожайная засухоустойчивая культура, но и как культура, имеющая прекрасные кормовые достоинства. В связи с изменением климата сорго может успешно возделываться в условиях Беларуси. Однако научные рекомендации по возделыванию сорго в северо-восточном регионе отсутствуют, поэтому экспериментальное решение вопросов, касающихся условий питания с учетом почвенно-климатических особенностей, сроков посева и влияния микроэлементов и регуляторов роста растений, является весьма актуальным и позволит разработать научно обоснованную систему удобрения сорго для более полной реализации возможностей этой культуры.

Исследования проводились в 2012–2014 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва опытных участков агродерново-подзолистая типичная, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 120 см моренным суглинком, среднепахотная, легкосуглинистая. Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы до закладки опыта следующие: гумус – 165–1,67 %; pH_{KCl} 6,4–6,5; P₂O₅ – 181–190; K₂O – 185–195; Cu – 2,75–2,81; Zn – 1,85–1,90 мг/кг почвы. Почва среднеокультуренная (индекс окультуренности 0,7).

В качестве объекта исследований использовался гибрид F₁ сорго сахарного Славянское приусадебное. Схема опыта предусматривает изучение влияния доз азотных (60, 80, 100 кг/га д. в.) удобрений на фоне P₆₀K₁₂₀ на продуктивность сорго сахарного при различных сроках сева. В фазу начала кущения проведена некорневая подкормка посевов сорго микроэлементами в хелатной форме (медь и цинк) в дозе 50 г/га д.в. и регулятором роста (эпин) в дозе 200 мл/га. Посев проводился в первую (01.06.) и вторую (11.06.) декады июня и в первую (01.07.) декаду июля.

Годы проведения исследований отличались по метеорологическим условиям: 2012 г. был избыточно влажным, теплым (ГТК составил 2,05); 2013 г. – теплым и с достаточным увлажнением (ГТК=1,32), однако распределение осадков в течение вегетационного периода 2013 г. было крайне неравномерным (несколько недостаточным в июне, избыточным в июле); 2014 г. характеризовался недостаточным количеством осадков и пониженными температурами во второй половине июня (ГТК=1,22).

Результаты наших исследований подтверждают данные других ученых и свидетельствуют о том, что урожайность сахарного сорго в значительной степени определяется уровнем минерального питания и метеорологическими особенностями вегетационного периода (таблица 1).

При всех сроках посева достоверное увеличение урожайности зеленой массы (56,0–64,5 т/га) и сухого вещества (9,0-15,7 т/га) отмечается в большинстве вариантов с повышенными дозами азотных удобрений (80 и 100 кг д. в./га) и применении микроэлементов и эпина.

Таблица 1 – Продуктивность посевов сорго сахарного в зависимости от сроков посева и условий питания (среднее за 2012–2014 гг.).

Вариант	Урожайность		Биохимический состав, % на сух. в-во				Выход к. ед./га	Сбор ОЭ, ГДж/га
	Зеленой массы, т/га	Сухого в-ва, т/га	Сырой про-теин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сахар		
Первая декада июня								
Контроль	47,5	10,2	8,6	1,1	27,1	13,4	7580,2	98,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	54,9	12,7	10,7	1,1	28,0	12,0	9294,0	121,2
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	64,5	15,2	10,8	1,4	28,1	13,8	11185,0	145,9
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀	56,9	13,9	12,4	1,4	27,6	14,0	10346,0	134,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	62,0	14,6	10,1	1,4	26,0	13,2	11283,3	143,5
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	63,8	15,7	10,8	1,3	26,1	18,3	11963,8	153,1
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	61,4	14,9	12,2	2,0	26,2	14,7	11525,8	146,6
Вторая декада июня								
Контроль	39,5	8,2	8,1	1,1	29,3	10,7	5707,6	76,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	53,5	12,0	10,5	1,0	26,8	13,6	8990,5	116,1
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	59,0	13,4	10,2	1,8	29,2	13,3	9470,3	126,0
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀	62,3	15,2	11,2	1,5	27,8	12,9	11220,5	146,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	54,6	12,5	10,9	1,1	28,4	15,1	9167,1	119,8
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	59,2	13,8	11,5	1,3	26,8	19,6	10396,1	134,0
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	61,3	14,5	13,0	1,6	27,9	14,8	10914,2	140,8
Первая декада июля								
Контроль	37,6	6,1	7,4	1,3	27,1	6,8	4140,4	56,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	52,0	8,4	9,2	1,4	29,7	7,2	5436,5	75,6
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	56,0	9,0	9,8	1,6	28,5	8,8	6064,5	82,7
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀	56,5	9,5	11,0	1,7	27,1	8,8	6771,8	89,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	52,0	9,1	8,9	1,4	28,5	7,5	5946,8	82,1
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	57,0	9,8	9,7	1,7	28,2	10,4	6675,4	90,2
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ Zn+Cu+эпин	57,9	10,4	11,4	1,8	28,2	10,6	7187,5	96,7
НСР _{0,05}	3,2		1,08	0,37	1,24	1,56		

Продуктивность сельскохозяйственных животных во многом зависит от обеспеченности рационов достаточным количеством полноценного протеина. Сырой протеин – показате-

тель, характеризующий содержание азотистых веществ в рационе [2]. В наших исследованиях при посеве в первые декады июня и июля максимальное содержание протеина наблюдалось при внесении $N_{100}P_{60}K_{120}$ (12,4 и 11,0 % соответственно) и $N_{100}P_{60}K_{120}+Zn+Cu$ +эпин (12,2 и 11,4 % соответственно), во вторую декаду июня – при внесении $N_{100}P_{60}K_{120}+Zn+Cu$ +эпин (13,0 %).

Сырой жир является источником энергии, образования жирных кислот, носителем жирорастворимых витаминов. Содержание его в сухом веществе большинства кормов не превышает 4 % [3]. В сорго сахарном первого и второго сроков сева выше содержание жира при внесении повышенных доз азотных удобрений (80 и 100 кг д.в./га) – 1,3–2,0 %.

Сырая клетчатка играет в рационах животных роль источника энергии, а также обеспечивает нормальные процессы пищеварения. В сухом веществе рационов для крупного рогатого скота оптимальное содержание сырой клетчатки составляет 22–27 % [3]. В наших исследованиях во всех вариантах отмечено достаточно высокое содержание клетчатки: при посеве сорго сахарного в первую декаду июня этот показатель превышает оптимальный уровень во всех вариантах без применения микроэлементов и эпина (27,1–28,1 %), при посеве во вторую декаду июня – во всех вариантах, кроме $N_{60}P_{60}K_{120}$ (26,8 %) и $N_{80}P_{60}K_{120}+Zn+Cu$ +эпин (26,8 %), в первую декаду июля – во всех вариантах (27,1–29,7 %).

Если корма предназначены для силосования, среди БЭВ специально определяют в них содержание растворимых углеводов. В наших исследованиях практически во всех вариантах с применением микроэлементов и эпина отмечено большее содержание сахара, чем в аналогичных вариантах без обработки. В посевах первой и второй декады июня выше этот показатель был при внесении $N_{80}P_{60}K_{120}+Zn+Cu$ +эпин (18,3 и 19,6 % соответственно), первой декады июля – $N_{80}P_{60}K_{120}+Zn+Cu$ +эпин (10,4 %) и $N_{100}P_{60}K_{120}+Zn+Cu$ +эпин (10,6 %).

Продуктивность животных зависит не только от принятого количества сухого вещества, но и от концентрации энергии в потребленных кормах. Поэтому в настоящее время рекомендовано оценивать корма в величинах обменной энергии, представляющей часть энергии корма, которую организм животного использует для обеспечения жизнедеятельности и образования продукции [4]. Независимо от срока посева выход обменной энергии с гектара увеличивался при повышении дозы азотных и фосфорных удобрений, применении микроэлементов и эпина. При этом максимальной величины (153,1 ГДж/га) указанный показатель достигает в посевах первой декады июня на фоне $N_{80}P_{60}K_{120}+Cu+Zn$ +эпин. При втором сроке посева наибольший выход обменной энергии отмечается при внесении $N_{100}P_{60}K_{120}$ (146,1 ГДж/га) и $N_{100}P_{60}K_{120}+Cu+Zn$ +эпин (140,8 ГДж/га), при третьем сроке – в варианте $N_{100}P_{60}K_{120}+Cu+Zn$ +эпин (96,7 ГДж/га).

Применение $N_{80-100}P_{60}$ и обработка посевов микроэлементами и эпином привели к повышению выхода кормовых единиц с гектара при всех сроках посева. Наибольшим этот показатель был при первом сроке посева в вариантах $N_{80}P_{60}K_{120}+Cu+Zn$ +эпин (11963,8 к. ед./га) и $N_{100}P_{60}K_{120}+Cu+Zn$ +эпин (11525,8 к. ед./га).

В результате исследований установлено, что для условий северо-востока Беларуси наиболее благоприятным является посев сорго сахарного в первую декаду июня и внесение удобрений в дозе $N_{80}P_{60}K_{120}+Zn+Cu$ +эпин (урожайность зеленой массы составила 63,8 т/га, сухого вещества 15,7 т/га, содержание сырого протеина 10,8 %, сырого жира 1,3 %, сырой клетчатки 26,1 %, сахара 18,3 %, выход к. ед./га – 11963,8, сбор обменной энергии составил 153,1 ГДж/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кадыров С. В. Сорго в ЦЧР / С. В. Кадыров и др. – Ростов н/Д : Росиздат, 2008 – 80 с.
2. Протеин // РГАУ–МСХА. Зооинженерный факультет [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/protein>. – Дата доступа: 20.04.2017
3. Химический состав кормов // РГАУ – МСХА. Зооинженерный факультет [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/ximicheskij-sostav-kormov>.
4. Энергия питательности корма // РГАУ–МСХА. Зооинженерный факультет [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/energiya-pitatelnosti-korma>.

ИНДИКАТОРНАЯ БУМАГА ДЛЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА НИТРАТ-ИОНОВ

Варламова Анна Александровна, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»,
Россия, г. Тверь, varlamova-1995@mail.ru

Никольский Виктор Михайлович, доктор химических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Россия, г. Тверь, p000797@mail.ru

Созданная на основе усовершенствованного метода Грисса индикаторная бумага эффективна и безопасна для экспресс-анализа нитрат-ионов. Приводится технология создания индикаторного материала, обладающего экологической безопасностью.

Ключевые слова: анализ нитратов, экспресс-анализ, усовершенствованный метод Грисса, экологически безопасные комплексоны.

EXPRESS-ANALYSIS OF NITRATE CONTENT BY INDICATOR PAPER

Varlamova A. A., Nicholas V. M.

The indicator paper created on the basis of the improved Griss test is effective and safe for rapid analysis of nitrate ions. The technology of creating indicator material possessing ecological safety is given.

Keywords: nitrate analysis, express analysis, improved Griss method, ecologically safe complexones.

Состав почвы оказывает значительное влияние на содержание химических элементов в растениях, произрастающих на этой почве. Любому растению для нормального роста и развития наряду с калием и фосфором нужен азот. Нитратный азот есть во всех почвах. Соединения азота внутри растения могут претерпевать различные преобразования. Поэтому очень важно, чтобы свойства почвы оказывали благоприятное воздействие на растения, а значит и содержание нитратов не превышало норм ПДК. Проблема не в наличии нитратов, а в их количестве и концентрации.

Идея нашей разработки заключается в создании нового эффективного устройства для проведения экспресс-анализа содержания нитрат-ионов в окружающей среде (в почве, водоемах), в среде технологических растворов, в пищевых продуктах (ягодах, овощах, фруктах и др.). Преимущества нашего предложения состоят в уменьшении количества компонентов, увеличении срока службы прибора за счет использования безвредных реактивов, имеющих больший срок годности.

Новизна проекта заключается в создании дешевой, компактной, удобной, простой в использовании и, самое главное, не содержащей вредных веществ в составе индикаторной бумаги для экспресс-анализа нитрат-ионов. В рецептуру запатентованной индикаторной бумаги вместо кислотных реагентов и маскирантов включен универсальный экологически безопасный комплексон – N-(карбоксиметил)аспарагиновая кислота (КМАК), что упрощает устройство. Кроме того, в слое с тестом Грисса вместо канцерогенного 1-нафтиламина используется безопасный диметил-1-нафтиламин, который по химическому действию аналогичен 1-нафтиламину [1].

Мировая новизна разработки подтверждена получением патента [3].

Методы и способы решения поставленных задач. Нами предлагается простейшее устройство, состоящее из 3 отдельных слоев полосок фильтровальной бумаги, пропитанных компонентами, закрепленных на полимерной подложке. Работа этого устройства осуществляется в процессе смачивания полосок бумаги анализируемым раствором.

Первый слой индикаторной бумаги для экспресс-анализа содержания нитратов пропитан раствором экологически безопасного комплексона – N-(карбоксиметил)аспарагиновой кислоты; на второй слой нанесен цинковый порошок, а третий слой содержит модифицированный состав диметил-1-нафтиламина для осуществления реакции Грисса.

Созданная на основе усовершенствованного теста Грисса индикаторная бумага эффективна и безопасна для экспресс-анализа нитрат-ионов [2].

Индикаторная бумага для экспресс-анализа нитрат-ионов найдет широкое применение:

- у покупателей сельскохозяйственной продукции в торговой сети и на продовольственных рынках (содержание нитрат-ионов в ягодах, например арбузах; фруктах, например персиках; овощах, например в картофеле, и т. д.);
- в качестве входного контроля администрацией рынков и других торгующих пищевыми продуктами организаций;
- логистическими учреждениями при отборе оптовой продукции на полях сельскохозяйственных предприятий;
- производителями сельскохозяйственной продукции в процессе выращивания ягод, фруктов, овощей на полях для обеспечения оптимального минерального питания выращиваемой продукции;
- для анализа почв сельскохозяйственного и бытового назначения;
- качества воды различных водоемов (рыбохозяйств, промышленных предприятий);
- технологических растворов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ешоткин В. И. Определение нитритов и нитратов реактивом Грисса / В. И. Ешоткин. – <http://himkniga.com/experiments/501?page=2>
2. Уильямс У. Дж. Определение анионов : справочник / У. Дж. Уильямс, пер. с англ.. – М. : Химия, 1982 – С. 145.
3. Патент на полезную модель №169694, опубл. 28.03.2017, «Индикаторная бумага для анализа нитратов» / Авторы: А. А. Варламова, Е. М. Гюльханданьян, В. М. Никольский, С. Н. Гридчин.

УДК 631:577.4:582.263

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СБОРА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Милюткин Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, Россия, г. Самара, oiapp@mail.ru

Бородулин Игорь Васильевич, ООО «ЭКОВОЛГА», Россия, г. Самара

Агарков Евгений Александрович, ООО «ЭКОВОЛГА», Россия, г. Самара

Розенберг Геннадий Самуилович, доктор биологических наук, профессор, член-кор. РАН, институт Экологии Волжского бассейна РАН, Россия, г. Тольятти.

Общепризнанное наукой и практикой положительное влияние природных органических веществ, в нашем случае речных и озерных илов и в определённом состоянии – сапропеля, на сохранение и повышение плодородия почв, в том числе и в агроландшафтах, сдерживается сложностью и трудоемкостью их сбора и переработки. В статье рассматриваются два технических устройства, в основе которых лежит принцип добычи с помощью ковша и шнека без обезвоживания водоема.

Ключевые слова: ил, сапропель, ковш, шнек, сбор, переработка.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES AND TECHNICAL FACILITIES FOR COLLECTING DONIAL INVESTMENTS USING AS "ORGANIC FERTILIZERS"

Milyutkin V. A., Borodulin I. V., Agarkov E. A., Rosenberg G. S.,

The positive effect of natural organic substances, in our case, river and lake muds and in a certain state - sapropel, on the preservation and improvement of soil fertility, including agrolandscapes, is recognized by science and practice, which is especially important, is constrained by the complexity and laboriousness of their collection and processing. We propose two technical devices, based on the principle of extraction with a bucket and auger without dehydration of water.

Key words: silt, sapropel, ladle, collection, processing, drying.

Проведя анализ различных технологий и технических средств для сбора донного ила и (или) сапропеля, мы предлагаем два мелиоративных агрегата для выемки из водоема донного

ила, или сапропеля, на поверхность с дальнейшей его переработкой и использования в агроландшафтах.

При использовании специального [9] ковша, шарнирно закрепленного на раме с возможностью изменения положения относительно дна водоема и с возможностью возвратно-поступательного движения, применяется двухбарабанная лебедка с реверсом, обеспечивающая выгрузку содержимого ковша в бункер-накопитель самосвального типа. На рисунке 1а схематично изображен агрегат для очистки водоемов от донных отложений и добычи ила.

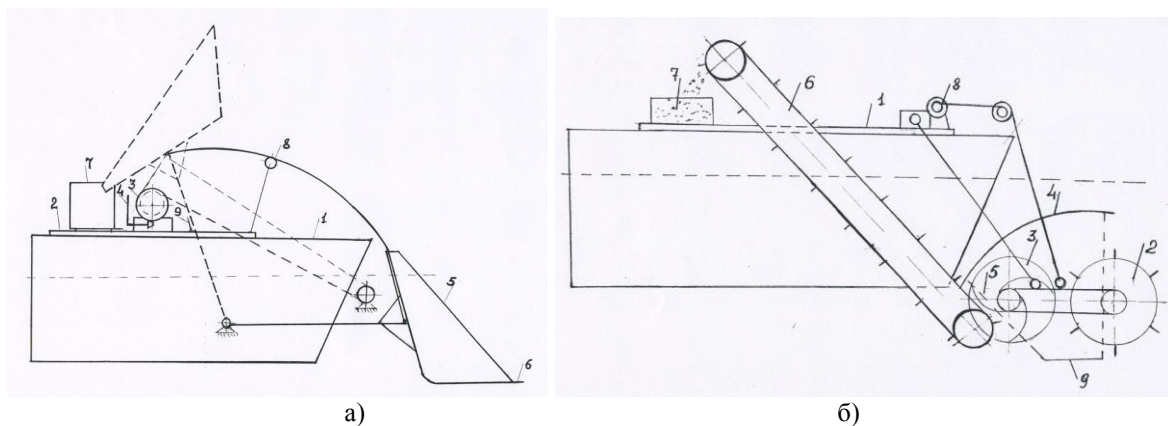


Рисунок 1 – Устройство для очистки водоемов от донных отложений (а), Устройство для сбора донных отложений в водоемах (б)

Агрегат содержит плавсредство 1, раму 2, двухбарабанную лебедку 3 с реверсом 4, ковш 5 с зубьями 6, бункер-накопитель 7, поддерживающий ролик 8, упор 9.

При поступательном движении плавсредства 1 двухбарабанная лебедка 3 включается в режим перевода ковша 5 в вариант опускания. Достигнув дна водоема, ковш с помощью зубьев 6 обеспечивает забор грунта. После наполнения ковша с помощью реверса 4 лебедка переводится в режим подъема ковша. Достигнув упора 9, ковш сбрасывает содержимое в бункер-накопитель 7, а затем, по мере его заполнения, плавсредство доставляет грунт к месту утилизации. Бункер-накопитель самосвальным путем освобождает кузов в транспортные средства.

Также предлагается эффективное техническое устройство для сбора донных отложений с помощью комбинированного рабочего органа, состоящего из зубового барабана и шнека. Во втором случае [1] задача выполняется зубовым барабаном, сгруппированным заодно со шнеком, причем расстояние между зубьями меняется и изменяется положение барабана относительно дна водоема.

Устройство (рисунок 1 б) содержит раму 1, смонтированную на плавсредстве, зубовой барабан 2, выполненный заодно со шнеком 3. С одной стороны кожуха 4 шнека расположено окно 5 для подачи органической массы на транспортер 6, на выходе которого установлен бункер-накопитель 7. Подъем и опускание зубового барабана со шнеком обеспечивается лебедкой 8, ограничитель 9 обеспечивает заданную глубину работы зубового барабана и шнека.

При поступательном движении плавсредства растормаживают лебедку 8, зубовой барабан 2 со шнеком 3 опускаются на дно водоема. Зубовой барабан врезается в иловый грунт, разрушает его и подает в шнек 3. Шнеком органическая масса сдвигается к окну кожуха 4 шнека, а затем на транспортер 5, который подает массу в бункер накопителя 7.

По известным используемым технологиям трансформации сапропеля в органическое удобрение, он после выемки обезвоживается и сушится с последующим, при необходимости, гранулированием. Нами разработана и опробована конструкция сушилки донных отложений [1], значительно ускоряющая процесс сушки как донного ила или сапропеля, так и собранных во время "цветения" водоема сине-зеленых водорослей (цианобактерий) специальным оборудованием [2– 8, 10].

Вывод. Повышение и сохранение плодородия почв и продуктивности агроландшафтов невозможно без мобилизации всех природных источников органических удобрений, в

том числе и донных отложений – ила или сапропеля, по усовершенствованным технологиям и специально разработанными орудиями ковшового и барабанно-шнекового типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милюткин В. А. Технические средства для обеспечения безопасной экологической среды в водоемах / В. А. Милюткин, И. В. Бородулин, З. П. Антонова, Н. Ф. Стребков // Прикладные науки и технологии в США и Европе, общие проблемы и научные открытия. 25.06.2014, США, Нью-Йорк. – С. 216–220.
2. Милюткин В. А. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с сине-зелеными водорослями / В. А. Милюткин, С. П. Симченкова, Г. В. Кнурова и др. // Сб. научных статей по итогам междунар. науч.-практ. конф. – 28–29 марта 2014 г., Санкт-Петербург. – 2014. – С. 83–85.
3. Милюткин В. А. Технологии и технические средства (на уровне изобретений – патентов) эффективного использования сине-зеленых водорослей (цианобактерий) / В. А. Милюткин, И. В. Бородулин // American Journal of Science and Technologies –2015. – Т. 2 – № 2(20). – С. 595–601.
4. Милюткин В. А. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме / В. А. Милюткин, Г. В. Кнурова, С. П. Симченкова, В. Н. Сысоев, И. В. Бородулин, З. П. Антонова // Сб. научных статей по итогам междунар. науч.-практ. конф. – 28–29 марта 2014 г. СПб. – 2014. – С. 79–82.
5. Милюткин В. А. Энергосберегающая технология сбора и утилизации сине-зеленых водорослей с открытых водных поверхностей мобильным, автономным комплексом / В. А. Милюткин, И. В. Бородулин // Энергосбережение в сельском хозяйстве : Междунар. науч.-практ. конф. – 25–26 ноября 2015 г. – Ярославль, 2015 – С. 45–52.
6. Патент № 2548075 Российская Федерация, МПК C02F 3/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата / В. А. Милюткин, Н. Ф. Стребков, Д. Н. Котов; Заявл. 24.06.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10. – 5с.
7. Патент № 2551172 Российская Федерация, МПК C02F 3/00 Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В. А. Милюткин, Н. Ф. Стребков, И. В. Бородулин, Д. Н. Котов; Заявл. 28.01.2014; опубл. 20.05.2015, Бюл. № 14. – 5 с.
8. Патент № 2555896 Российская Федерация, МПК C 02 F 1/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В. А. Милюткин, Н. Ф. Стребков, И. В. Бородулин; Заявл. 20.02.2014г., Опубл. 10.07.2015г., Бюл. № 19. – 5 с.
9. Патент № 2614877 Российская Федерация, МПК E02B 15/00. Устройство для очистки водоемов от донных отложений / И. В. Бородулин, В. А. Милюткин, З. П. Антонова, Н. Ф. Стребков, Д. Н. Котов; Заявл. 28.12.2015; опубл. 30.03.2017, Бюл. № 10.
10. Патент №2606811. Российская Федерация, МПК A01D 44/00. Сушилка для сине-зеленых водорослей / В. А. Милюткин, И. В. Бородулин, Н. Ф. Стребков, З. П. Антонова; Заявл. 13.08.2015; опубл. 10.01.2017. Бюл. № 1. – 5 с.
11. Патент на полезную модель № 175462 Российская Федерация, МПК E02B 15/00. Устройство для сбора донных отложений в водоемах / И. В. Бородулин, В. А. Милюткин, З. П. Антонова, Н. Ф. Стребков; Заявл. 15.07.2015; опубл. 06.12.2017, Бюл. № 34.

ИЗМЕНЕНИЕ АЗОТНОГО РЕЖИМА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Васбиева Марина Тагирьяновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ПФИЦ УрО РАН, Россия, г. Пермь, e-mail: vasbieva@mail.ru

В условиях длительного стационарного опыта установлено, что применение осадков сточных вод в дозе 40 т/га в течение пяти ротаций севооборота повысило содержание общего азота и его фракций в почве в 1,1–1,6 раза. Продуктивность культур полевого севооборота возросла в 1,2 раза.

Ключевые слова: осадки сточных вод, дерново-подзолистая почва, азотный режим почвы, продуктивность сельскохозяйственных культур.

CHANGE NITROGEN REGIME OF SOD-PODZOLIC SOILS AND PRODUCTIVITY FIELD CROP ROTATION DUE TO PROLONGED USE SEWAGE SLUDGE

Vasbieva M. T.

It was found that the application of sewage sludge in dose 40 t/ha five rotations of the crop rotation increased the content of total nitrogen and its fractions in the soil by 1.1-1.6 times in long-term stationary experiment. Productivity of crops of the seven field crop rotation increased 1.2 times.

Keywords: sewage sludge; sod-podzolic soil; nitrogen regime of soil; crop rotation productivity.

В Пермском крае насыщенность пашни органическими удобрениями на сегодняшний момент составляет всего 1,2–1,4 т/га в год, что является одной из причин ухудшения плодородия почв. Снижение объемов использования навоза и компостов в последние десятилетия обусловлено возросшими затратами на их внесение и сокращением поголовья скота. Потребность в органических удобрениях может быть удовлетворена только при полной мобилизации всех ресурсов. В качестве дополнительного источника органического вещества могут быть использованы осадки сточных вод (ОСВ).

Азот является одним из важнейших биогенных элементов, его содержание в почве – одним из основных показателей плодородия почвы, условием высокой продуктивности агроценозов. Около 40 % азота, потребляемого человеком, поступает в ОСВ. Азот в составе ОСВ находится как в виде доступных минеральных, так и прочно связанных форм в составе органического вещества [1, 2].

Методика исследований. Исследования проводили на базе длительного стационарного опыта, заложенного в 1976 г. Схема опыта: 1) контроль (без удобрений); 2) навоз 40 т/га; 3) ОСВ 40 т/га; 4) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон; 5) фон + навоз 40 т/га; 6) фон + ОСВ 40 т/га. ОСВ вносили в I–V ротациях, навоз КРС в III–VI ротациях севооборота. Наблюдения проводили в севопольном полево севообороте с чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница с подсевом клевера, клевер 1 г. п., клевер 2 г. п., ячмень, овес. ОСВ и навоз вносили в чистом пару, минеральные удобрения под все зерновые культуры севооборота. Повторность вариантов в опыте трехкратная, расположение делянок систематическое. Общая площадь делянки 47,5 м², учетная – 24,0 м². Почва опытного участка дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая. В опыте использовали ОСВ биологических очистных сооружений г. Перми (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика ОСВ и навоза (усреднённые данные)

Удобрение	Влажность, %	рН _{KCl}	Содержание, % на абсолютно сухое вещество			
			Органическое вещество	N _{общ}	P _{общ}	K _{общ}
ОСВ	68	6,5	64	1,5	3,1	0,5
Навоз	72	7,3	73	1,5	2,2	1,0

Результаты исследований. Длительное применение ОСВ 40 т/га раз в течение пяти ротаций севооборота достоверно повысило содержание общего азота в почве до 1372 мг/кг (на 16,7 %) (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние длительного применения осадков сточных вод на фракционный состав азота дерново-подзолистой почвы (2013 г., V ротация)

Варианты опыта	Общий азот	Негидро-лизуемый азот	Трудногидро-лизуемый азот	Легкогидро-лизуемый азот	Минеральный азот
	мг/кг				
Контроль	1176	777	260	118	22
Навоз 40 т/га	1162	710	297	125	30
ОСВ 40 т/га	1372	903	297	136	36
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	1281	811	300	139	32
Фон + навоз 40 т/га	1379	854	328	159	39
Фон + ОСВ 40 т/га	1442	896	359	157	31
НСР ₀₅	92	123	28	16	8

При внесении навоза в дозе 40 т/га количество валового азота в почве существенно не изменилось, отмечено не большое снижение. Известно, что использование навоза в невысоких дозах может способствовать ускоренной минерализации органического вещества в результате повышения микробиологической деятельности и привести к определённым потерям азота из почвы.

Применение ОСВ повысило содержание минерального азота, наиболее подвижной и доступной для растений фракции, в 1,6 раза, легко-, трудно и негидролизующего азота – в 1,1–1,2 раза. Внесение навоза повысило содержание минеральной фракции азота в 1,4, легко- и трудногидролизующего в 1,1 раза. Отмечены тенденции снижения трудногидролизующего азота с 777 до 710 мг/кг.

Максимальное накопление азота в почве отмечено при сочетании органической и минеральных систем удобрений. Количество общего азота возросло до 1379–1442 мг/кг (на 17–23 %). Содержание минерального, легко-, трудно и негидролизующего азота увеличилось в 1,1–1,8 раза. Продуктивность полевого севопольного севооборота (в среднем на 1 га пашни) при внесении один раз в ротацию ОСВ в дозе 40 т/га возросла на 441 корм. ед. (19 %), при использовании навоза на 675 корм. ед. (30 %) (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние длительного применения удобрений на продуктивность полевого севопольного севооборота (2007–2013 г., V ротация)

Варианты	Сбор кормовых единиц						В среднем на 1 га пашни	Отклонение от	
	Озимая рожь	Яровая пшеница	Клевер 1 г.п.	Клевер 2 г.п.	Ячмень	Овёс		контроля	фона
Контроль	3513	2207	2279	1968	4398	1521	2269	-	-
Навоз 40 т/га	5626	2755	2631	2327	5145	2122	2944	675	-
ОСВ 40 т/га	3978	2887	2599	2140	5105	2266	2711	441	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	4949	3206	2556	1985	5905	2972	3082	813	-
Фон + навоз 40 т/га	5247	4056	2873	2133	5655	3003	3281	1012	199
Фон + ОСВ 40 т/га	4283	3828	2777	2007	6184	3270	3193	923	111
НСР ₀₅	837	315	274	F _ф <F _т	391	433	–	160	

Применение ОСВ и навоза на фоне минеральных удобрений увеличило продуктивности пашни на 41–45 % (к контрольному варианту). Установлена сильная зависимость между содержанием минерального, легкогидролизующего и трудногидролизующего азота в почве и продуктивностью культуры севооборота ($r=0,71-0,85$).

Таким образом, длительное применение осадков сточных вод оказывает существенное влияние на азотный режим почвы. Внесение ОСВ 40 т/га в течение пяти ротаций обеспечило увеличение общего азота в почве с 1176 до 1372 мг/кг почвы (на 17 %). Количество наиболее подвижного и доступного для растений минерального азота повысилось в 1,6 раза, легко-, трудно и негидролизующего азота – в 1,1–1,2 раза. Продуктивность полевого севопольного севооборота возросла на 19 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лучицкая О. А. Воздействие осадков сточных вод на почву и растения / О. А. Лучицкая, С. М. Севостьянов // Агрохимия. – 2007. – № 9. – С. 80–84.

2. Sims J. The influence of organic wastes and inorganic nitrogen sources on soil nitrogen, yield and elemental composition of corn / J. Sims, F. Boswell // J. Environ. Qual – 1980. – Vol. 9. – P. 512–518.

УДК 631.822

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗВЕСТЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Осипов Анатолий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ АФИ, Россия, г. Санкт-Петербург, aosipov2006@mail.ru

Известьсодержащие отходы промышленности являются важным и довольно дешевым источником пополнения запасов природных известковых материалов. Их ассортимент представлен некоторыми видами шлаков, шламов, золой сланцев, бурых углей, отходным мелом, известково-доломитовыми отходами, дефекатом и др. Многие из шлаков и золы, обладая высокой активностью взаимодействия с почвой, существенно превосходят природные карбонаты, а содержащиеся в них примеси микроэлементов часто оказывают положительное влияние на рост и развитие возделываемых культур. Однако большинство из них могут содержать в своем составе различные тяжелые металлы и другие токсичные элементы, представляющие опасность для экологического состояния почв и сопредельных сред. Поэтому каждый новый химический мелиорант из отходов должен подвергаться всесторонней экологической оценке и нормированию, базирующему на результатах мониторинга.

Ключевые слова: Известьсодержащие отходы промышленности, кислотность почвы, диаметра известковых частиц, химический состав, активность взаимодействия с почвой, ротация полевого севооборота.

ENVIRONMENTALLY SAFE USE OF LIME-CONTAINING WASTE

Osipov A. I.

Lime-containing industrial waste is an important and rather cheap source of replenishment of natural lime materials. Their assortment is represented by some types of slags, slimes, shale ash, brown coals, waste chalk, lime-dolomite waste, defecate, etc. Many of the slags and ash have a high activity of interaction with the soil, significantly exceed the natural carbonates, and the micronutrients contained therein often have a positive effect on the growth and development of cultivated crops. However, most of them can contain in their composition a variety of heavy metals and other toxic elements that are dangerous for the ecological state of soils and adjoining environments. Therefore, every new chemical ameliorant from the waste must undergo a comprehensive environmental assessment and standardization based on monitoring results.

Key words: Lime-containing industrial waste, soil acidity, lime particle diameter, chemical composition, activity of interaction with soil, field crop rotation.

Из истории земледелия разных стран мира известно, что известкование кислых почв является одним из важнейших приемов повышения их плодородия, а также получения высоких и устойчивых урожаев возделываемых культур с высокими качественными показателями [6, 7]. В Англии и Германии мергелевание стали применять с XII в. В XVI в. мергель сплавлялся на судах по Рейну в нижерейнские провинции. С XVII в. в целом ряде областей Германии, включая и Силезию, начал уже использоваться обожжённый известняк. В северных областях применяли луговую известь. Однако в ту эпоху, не существовало теории питания растений, и в вопросах применения удобрений шли наугад. В России первые сведения об удобрениях появляются в трудах Императорского Вольного Экономического Общества (ИВЭО) 7 сентября 1771 г., где Андрей Нартов опубликовал свою статью о извести [3, 4].

В дальнейшем, после «пионерской» статьи Андрея Нартова, в трудах ИВЭО появляются многочисленные публикации, рассказывающие о применении в качестве удобрений древесного угля, мергеля, гранита, шлака из доменных печей, золы, полученной при сжигании торфа, каменного угля, древесины, об отходах патошных и мыловаренных заводов. С 1964 г. в стране была организована агрохимическая служба, а программа известкования, осуществ-

ляемая с 1969 г., позволила за 20 лет создать положительный баланс кальция в земледелии и существенно уменьшить площади сильнокислых почв. В те годы общая площадь кислых почв в стране составляла 50 млн га. По расчётам учёных для достижения и поддержания оптимальной реакции почвенной среды при пятилетнем цикле известкования почв необходимо ежегодно известковать 10 млн га и вносить около 100 млн т мелиорантов. Однако максимальные объёмы известкования составляли лишь 6 млн га, а к 2016 году они снизились до 215 тыс. га, или в 30 раз. Причинами резкого сокращения известкования стали: утрата материально-технической базы для проведения данных работ, высокая стоимость традиционных известковых мелиорантов, прекращение федеральной финансовой поддержки, недостаточность финансовой поддержки из областных бюджетов и нерешенность правовых вопросов с землей. Из-за резкого спада работ произошло массовое закрытие и перепрофилирование цехов по производству известняковой муки.

Темпы известкования в ряде регионов значительно сдерживаются также из-за недостатка природных известковых материалов. Поэтому одной из важнейших задач по повышению обеспеченности земледелия известковыми удобрениями с меньшими затратами является более широкое использование местных карбонатных материалов, применение которых для известкования известно давно и доказано практическим и научным опытом стран мира. Однако к концу 20 в. на местные материалы приходилось не более 14 % от общего объёма известковых удобрений, а между тем запасы их огромны и составляли в то время примерно 700 млн т. Только по предприятиям стройматериалов в 34 регионах ежегодный выход карбонатных отходов составлял 20,7 млн т, а использовалось на различные цели 8,9 млн т. С учетом наличия отходов в отвалах на этих предприятиях имеется возможность производства 12–15 млн т мелиорантов в год.

Другим, весьма важным и довольно дешёвым источником пополнения запасов природных известковых материалов, являются отходы промышленности, к которым относятся некоторые виды шлаков, шламов, золы сланцев, бурых углей, отходный мел, известково-доломитовые отходы, дефекаты и др. Известно, что большинство отходов промышленности не требует какой-либо сложной подготовки для использования их в качестве известковых удобрений. Чаще всего достаточно отделить более крупные частицы от основной массы отхода через сито с отверстиями 3–5 мм в диаметре. Некоторые же отходы можно применять для известкования почвы даже без отсева. Многие виды шлаков и золы обладают высокой активностью взаимодействия с почвой, поэтому существенно превосходят природные карбонаты, а содержащиеся в них примеси микроэлементов часто оказывают положительное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений [2, 5].

Сотрудниками Ленинградского НИИСХ в длительном полевом опыте изучалась сравнительная эффективность доломитовой муки с отходами промышленности. Как видно из таблицы 1, эффективность сланцевой золы и цементной пыли в среднем за три ротации полевого севооборота была выше доломитовой муки на 16–39 % соответственно. Эффективность доменного шлака оказалась в два раза ниже контрольного варианта со стандартной доломитовой мукой.

Таблица 1 – Эффективность применения известковых материалов

Вид известкового материала	Дополнительная сельскохозяйственная продукция, т/га зерновых единиц		
	в среднем за 1 год	в среднем за три ротации севооборота	% к контролю
Доломитовая мука (контроль)	0,42	7,6	100
Сланцевая зола	0,49	8,8	116
Цементная пыль	0,89	10,6	139
Доменный шлак	0,21	3,8	50

Исследования позволяют рекомендовать на почвах с выраженным дефицитом магния проводить известкование содержащими магний мартеновскими шлаками, которые при внесении высоких норм минеральных удобрений обеспечивают более сбалансированное питание сельскохозяйственных культур и эффективнее, чем внесение извести. Применение отходов промышленности, содержащих в своем составе магний, не только повышает урожай воз-

делываемых культур, но и улучшает его качество. Увеличивается содержание сахаров в плодах томатов, крахмала в клубнях картофеля, жира в семенах масличных культур, некоторых витаминов (А и С) в различных растениях. При использовании торфяной золы для известкования почв необходимо иметь в виду, что зола низинных и переходных торфов более эффективна, чем зола верховых аналогов [1, 8].

В то же время отходы могут содержать различные тяжелые металлы (свинец, кадмий, мышьяк, селен, стронций) и другие опасные токсичные металлы и элементы. Использование таких отходов в качестве мелиорантов может представлять опасность для экологического состояния почв и сопредельных сред. Поэтому каждый новый химический мелиорант из отходов должен подвергаться всесторонней экологической оценке и нормированию, базирующему на результатах мониторинга.

В нашем институте (Ленинградский филиал ЦИНАО, переименованный в 1985 г. во ВНИПТИМ) проведены исследования по изучению возможности использования бутарного продукта, фосфогипса и фосфатно-известкового отхода Кингисеппского химического комбината в качестве химических мелиорантов. Большой интерес для сельского хозяйства Ленинградской области представляет бутарный продукт, который в измельченном виде может заменить известь и фосфоритную муку. Внесение его в почву в дозе 5 т/га эквивалентно 250 кг P_2O_5 и 2,7 т $CaCO_3$. Была доказана эффективность внесения фосфогипса в дозах до 500 кг/га на карбонатных и произвесткованных почвах, особенно под бобовые и крестоцветные культуры. Предложены приемы и способы экологически безопасного использования в качестве мелиорантов известьсодержащих отходов Прибалтийской ГРЭС, белитовых шламов Канско-Ачинского глиноземного комбината, конверсионного мела, феррохромового шлака, золы торфа, бурых углей и других отходов. Выявлено, что мелиоранты на основе отходов древесных активных углей снижают загрязнение растениеводческой продукции тяжелыми металлами [4].

Нами в полевом опыте изучалось влияние сланцевой золы и доломитовой муки на урожайность овса, возделываемого на дерново-подзолистой слабоокультуренной кислой почве. Результаты исследований показали, что применение данных мелиорантов увеличивает урожайность овса с 7,5 ц/га до 16,1 и 24,0, или на 114–220 % соответственно. Высокая эффективность сланцевой золы по сравнению с доломитовой мукой обусловлена присутствием в ее составе 2 % калия, 3,9 % серы, а также 10 мг/кг меди. На фоне минеральных удобрений преимущество сланцевой золы было менее выраженным и составило 7,1 ц/га, или 24 % (таблица 2). Применение минеральных удобрений на фоне доломитовой муки способствовало увеличению урожайности овса с 16,1 до 29,2 ц/га, а на фоне сланцевой золы с 24,0 до 36,3 ц/га, что также подтверждает ее преимущество.

Таблица 2 – Влияние известкования на урожайность овса в полевом опыте

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Отношение к доломитовой муке	
		ц/га	%	ц/га	%
Контроль	7.5	-	-	-	-
Доломитовая мука	16.1	8.6	114	-	-
Сланцевая зола	24.0	16.5	220	7.9	49
НРК + Доломитовая мука	29.2	21.7	289	-	-
N PK + Сланцевая зола	36.3	28.8	384	7.1	24
НСР ₍₀₅₎	4.43				

Эффективность данных мелиорантов прослеживается и в последствии на второй год опыта. Прибавка урожайности овса по сравнению с контролем составила 59–76 %, а на фоне последствия минеральных удобрений 87–112 %, причем наибольшие прибавки были в вариантах со сланцевой золой (таблица 3). В варианте с последствием сланцевой золы на фоне минеральных удобрений урожайность зерна овса была выше на 2,8 ц/га, или на 13 %, по сравнению с последствием доломитовой муки (таблица 3). В целом сотрудниками

ВНИПТИМ изучено более 23 отходов промышленности в качестве известьсодержащих мелиорантов

Таблица 3 – Влияние последствий известкования на урожайность овса

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Отношение к доломитовой муке	
		ц/га	%	ц/га	%
Контроль	11.3	-	-	-	-
Доломитовая мука	18.0	6.7	59	-	-
Сланцевая зола	19.9	8.6	76	1.9	11
NPK + Доломитовая мука	21.1	9.8	87	-	-
N PK + Сланцевая зола	23.9	12.6	112	2.8	13
НСР ₍₀₅₎	1.83				

ЛИТЕРАТУРА

1. Кедров-Зихман О. К. Известкование дерново-подзолистых почв в нечерноземной полосе / О. К. Кедров-Зихман. – М., 1955. – 82 с.
2. Милащенко Н. З. и др. Агрохимический словарь термины и определения / Н. З. Милащенко и др. – М. : “Агроконсалт”, 1999. – 48 с.
3. Прянишников Д. Н. Агрохимия / Д. Н. Прянишников. – М., 1940. – 643 с.
4. Осипов А. И. Известкование кислых почв в историческом аспекте. Агрофизика от А. Ф. Иоффе до наших дней / А. И. Осипов. – СПб, 2002. – С. 275–289.
5. Осипов А. И. Научные основы химической мелиорации почв и перспективы их дальнейшего изучения / А. И. Осипов // Агрофизика. – 2012. – № 3. – С. 41–50
6. Якушев В. П. К вопросу об известковании кислых почв в России / В. П. Якушев, А. И. Осипов, Р. М. Миннуллин, С. В. Воскресенский // Агрофизика. – 2013. – № 2. – С. 18–24.
7. Якушев В. П. Химическая мелиорация почв - вчера, сегодня, завтра / В. П. Якушев, А. И. Осипов // Известия СПбГАУ, 2013. – Вып. 30. – С. 68–72.
8. Осипов А. И. Известьсодержащие отходы промышленности и их эффективное использование / А. И. Осипов // Известьсодержащие отходы промышленности и их эффективное использование : Материалы Междунар. науч.-практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков, Минск, 2015. – Ч. 2. – С. 182–185.
9. Осипов А. И. Известкование кислых почв – основа их плодородия / А. И. Осипов // Сельскохозяйственные вести. – 2016. – № 4. – С. 40–42.

УДК 631.45:631.87

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА ДИНАМИКУ АЗОТА И ФОСФОРА В ПОЧВЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ СОЛОМЫ

Наими Ольга Ивановна, кандидат биологических наук, ФГБНУ «ДЗНИИЭСХ», п. Рассвет, Россия, Ростовская обл., o.naimi@mail.ru

В лабораторном эксперименте изучали процессы разложения соломы в черноземе обыкновенном карбонатном и влияние на них обработки гуминовым препаратом и внесения минерального азота. Показано, что применение гуминового препарата ВЮ-Дон позволяет ускорить процессы минерализации соломы, что выражается в более высоких темпах накопления в почве доступного фосфора и нитратного азота.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, солома, гуминовый препарат, подвижный фосфор, азот.

INFLUENCE OF HUMIN PREPARATION ON THE DYNAMICS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN THE SOIL WHEN STRAW IS ADDED

Naimi O. I.

The processes of decomposition of straw in ordinary chernozem and the effect of treatment with humic preparations and the addition of mineral nitrogen were studied in the laboratory experiment. It was shown that the use of the humic drug BIO-Don accelerates the processes of mineralization of straw, which is expressed in the higher rates of accumulation in the soil of available phosphorus and nitrate nitrogen.

Keywords: ordinary chernozem, straw, humic preparation, available phosphorus, nitrogen.

Запашка соломы, практикуемая в земледелии, не только способствует повышению плодородия почв в агроценозах, возвращая в биологический круговорот углерод и биофильные элементы питания, ежегодно отчуждаемые с урожаем сельскохозяйственных культур, но и является эффективным способом утилизации побочной продукции растениеводства. Как правило, количество соломы, остающейся на полях, составляет 2–4 т/га. Из одной тонны соломы с учетом пожнивных и корневых остатков в почву возвращается 13 кг калия, 8,5 азота, 3,8 фосфора, 4,2 кальция, 0,7 кг магния, а также ряд микроэлементов: цинк, марганец, железо, медь, бор, молибден [2].

Ценность соломы как органического удобрения заключается в высоком содержании органических соединений – до 85 %. При ее разложении в почве идут два параллельных процесса трансформации органического вещества: минерализация – разложение до конечных продуктов (углекислоты, воды и минеральных элементов) и гумификация – до образования устойчивых гумусовых соединений. Большая часть соломы минерализуется и только 10–20 % преобразуется в гумус и накапливается в почве [1, 3].

Известно, что солома озимой пшеницы имеет длительный период разложения, поскольку характеризуется высоким соотношением C : N и содержит большое количество лигнина, целлюлозы и кремнийорганических соединений. Для ускорения минерализации соломы к ней добавляют компенсирующую дозу минерального азота, что обеспечивает активное функционирование микрофлоры, участвующий в разложении. Ускорить процессы минерализации и гумификации соломы в почве позволяет также применение биопрепаратов.

Цель исследований – изучить влияние гуминового препарата BIO-Дон и внесения минерального азота на динамику азота и подвижного фосфора в черноземе обыкновенном карбонатном при разложении соломы озимой пшеницы.

Объекты и методы исследования. Изучение динамики азота и фосфора в чернозёме обыкновенном велось в условиях лабораторного эксперимента. Почву из пахотного слоя (1 кг), смешивали с измельчённой до 3–5 см соломой озимой пшеницы и компостировали в течение 12 мес при влажности почвы 60 % от ПВ. Опыт заложен в трехкратной повторности и включал следующие варианты:

1. Почва с заделкой соломы в дозе, соответствующей 4 т/га (контроль).

2. Почва + солома + 0,02 % раствор гуминового препарата BIO-Дон, обработка при закладке.

3. Почва + солома + внесение азотного удобрения из расчета 10 кг/т.

Агрохимические показатели почвы определяли следующими методами: содержание нитратов – ионометрическим методом (ГОСТ 26951–86), содержание обменного аммония – методом ЦИНАО (ГОСТ 26489–85), содержание подвижных соединений фосфора – по методу Мачигина (ГОСТ 26205–91),

Результаты и обсуждение. Данные проведенных исследований показывают, что при компостировании почвы с соломой содержание обменного аммония в первую половину опыта постоянно растет, а с 7-го месяца отбора начинает постепенно уменьшаться (таблица 1). Это можно объяснить как потреблением азота микрофлорой, разлагающей солому, так и переходом части аммонийного азота в нитратный, содержание которого неуклонно растет на протяжении всего опыта (таблица 2).

Таблица 1 – Содержание NH_4^+ , мг/кг

Варианты	Сроки отбора, мес					
	1	3	5	7	9	12
1	21,2	26,6	34,9	29,5	17,5	8,6
2	22,6	26,6	34,0	28,8	17,2	8,9
3	23,6	29,5	37,6	32,3	18,8	13,8

Внесение гуминового препарата не оказало практически никакого влияния на накопление аммонийного азота в почве, его содержание в середине эксперимента даже несколько ниже, чем на контрольном варианте. В варианте с внесением азота наблюдается та же закономерность в накоплении обменного аммония – увеличение его содержания к середине срока, а затем постепенное снижение, но на более высоком уровне.

Таблица 2 – Содержание NO_3^- , мг/кг

Варианты	Сроки отбор, мес					
	1	3	5	7	9	12
1	2,2	6,9	16,3	23,9	35,4	91,2
2	2,4	6,0	15,2	37,0	56,6	98,9
3	2,8	5,1	28,1	31,2	61,1	116,2

Если в начале эксперимента содержание нитратов в почве при внесении гуминового препарата было несколько ниже, чем на контроле, то во второй половине срока компостирования оно уже значительно превысило контроль. За весь период компостирования содержание нитратов в почве возросло на контроле на 89 мг/кг, в варианте с обработкой гуминовым препаратом – на 96,5, а на варианте с мочевиной – на 113,4 мг/кг.

Содержание в почвах подвижного фосфора, определенного по методу Мачигина, растет на протяжении всего эксперимента (таблица 3). Если в начале опыта содержание доступного фосфора по всем вариантам было практически одинаковым (34,1–34,4 мг/кг), то к концу опыта в варианте с применением гуминового препарата оно выше, чем в контроле с соломой, однако уступает варианту с добавлением минерального азота.

Таблица 3 – Содержание подвижного P_2O_5 , мг/кг

Варианты	Сроки отбора, мес					
	1	3	5	7	9	12
1	34,4	35,9	35,9	38,7	39,1	42,7
2	34,2	33,9	37,6	40,3	39,7	44,4
3	34,1	38,2	39,1	40,4	43,5	45,7

Таким образом, результаты исследования позволяют сделать вывод, что применение гуминового препарата ВЮ-Дон ускоряет процессы минерализации соломы, что сказывается на увеличении накопления нитратов и доступного фосфора в черноземе обыкновенном. В то же время не отмечено какого-либо влияния на накопление обменного аммония.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришина Л. А. Трансформация органического вещества почвы / Л. А. Гришина, Г. Н. Копчик, М. И. Макаров. – М. : Изд-во ИГУ, 1990. – 88 с.
2. Попов П. Д. Солома / П. Д. Попов, В. А. Деревягин // Справочник – органические удобрения. – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 92–96.
3. Шимко А. Е. Влияние гуминового препарата ВЮ-Дон на целлюлозную активность и гумусное состояние чернозема обыкновенного карбонатного при внесении соломы / А. Е. Шимко, О. С. Безуглова, Е. А. Полиенко, О. Ю. Куцерубова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса на современном этапе : Сб. материалов науч.-практ. конф. – п. Рассвет, 2015. – С. 195–200.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПРОДУКТАМИ ДЕФЛЯЦИИ С ПОВЕРХНОСТИ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ

Зубов Алексей Рэмович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Украина, г. Луганск, zubov-home@mail.ru;

Зубов Антон Алексеевич, кандидат технических наук, Полтавская государственная аграрная академия, Украина, г. Полтава, zubov-home@mail.ru

В статье представлена математическая модель выноса продуктов дефляции с поверхности породных отвалов и их отложения на территории.

Ключевые слова: породный отвал, дефляция, загрязнение территории.

PROGNOSTICATION AND DECLINE OF SOIL CONTAMINATION INTENSITY WITH THE PRODUCTS OF WASTE DUMPS SURFACE DEFLATION

Zubov A. R., Zubov A. A.

In the article the mathematical model of prognostication and regulation of soil contamination intensity with the products of waste dumps surface deflation and its sedimentation on the territory are shown.

Keywords: agrolandscape, soil erosion, runoff regulating forest shelterbelts, anti-erosion hydrotechnical constructions.

В настоящее время на всей территории Донбасса, простирающейся от восточной части Днепропетровской области Украины до западной части Ростовской области Российской Федерации, расположено более 1500 породных отвалов угольных шахт – терриконов. Занимая площадь 11 тыс. га, они являются источником повышенной экологической опасности для десятков тысяч гектаров прилегающих земель [1]. Главные опасные процессы, которые происходят на отвалах, – горение породы, ветровая и водная эрозия, вследствие чего происходит загрязнение атмосферы вредными газами и пылью, а водоемов и почвенного покрова – радионуклидами и тяжелыми металлами [3].

Результаты лабораторного моделирования, выполненного нами, показали, что в результате дефляции за год с 1 га открытой поверхности отвалов ветром может выноситься катастрофическое для окружающей среды количество породы – до 157 т [2]. Однако, помимо годового дефляционного выноса породы из сформированного отвала, процесс загрязнения ею территории имеет еще две составляющие: многолетнее отнесение ветром частиц породы, падающей на верхушку отвала при его отсыпке на разные расстояния в сторону от вертикали; многолетняя дефляция поверхности отвала в период отсыпки.

Целью данного исследования стала разработка методики прогноза выноса пыли с породных отвалов и ее осаждения на прилегающей территории.

В результате воздействия ветра переносятся частицы разного размера. Траектория их перемещения и расстояние, на котором откладывается каждая частица, являются функциями таких переменных: высоты начального расположения каждой частицы, ее диаметра и скорости ветра. Поэтому накопление частиц происходит в широком спектре расстояний по сложному закону распределения, для описания которого был разработан алгоритм (рисунок 1), реализованный с помощью программы Microsoft Excel.

При разработке алгоритма были сделаны следующие упрощения:

1. Боковая поверхность отвала разбивается на n ярусов высотой ΔZ , а вынос частиц породы рассчитывается дискретно для каждого из них.

2. Вместо множества всех значений скорости ветра v использовались дискретные значения v_j .

3. Вынос частиц рассматривался не для каждого возможного их размера D (диаметра), а для стандартных интервалов (фракций), характеризующихся определенной их массовой долей ΔD_k общей массе породы в процентах.

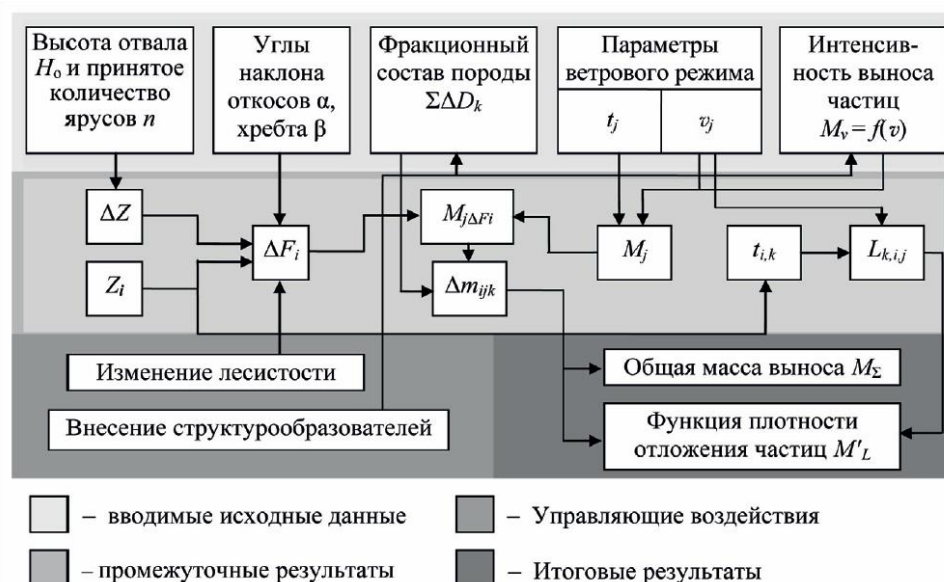


Рисунок 1 – Структурная схема математической модели процесса загрязнения территории продуктами дефляции поверхности отвалов и управления им

Согласно алгоритму последовательно рассчитываются такие показатели: высота ярусов: $\Delta Z = H/n$, м; высота середины каждого (i -го) яруса Z_i , м; площадь поверхности каждого (i -го) яруса ΔF_i , м²; годовой вынос породы M_j с единицы площади ветром каждой (j -й) скорости v_j ; годовой вынос породы $M_{j\Delta F_i}$ с боковой поверхности каждого яруса при каждой скорости ветра $M_{j\Delta F_i} = M_j \Delta F_i$; масса $\Delta m_{i,j,k}$ каждой (k -й) фракции породы, выносимой с i -го яруса при j -й скорости ветра $\Delta m_{i,j,k} = M_{j\Delta F_i} \Delta D_k / 100$; время падения t_{ik} частиц каждой фракции с высоты каждого яруса; средняя дальность отложения частиц k -й фракции, выносимых с i -го яруса ветром j -й скорости $L_{i,j,k} = v_j \cdot t_{i,k}$; плотность отложения частиц породы M'_L в тоннах на 1 га площади прилегающей территории как функция расстояния от центра отвала.

Зависимость удельной интенсивности выноса частиц породы от скорости ветра была определена лабораторными опытами. Для перехода от лабораторных результатов к реальным условиям разработана специальная методика. Представленная выше математическая модель описывает третью составляющую процесса загрязнения территории. Для первой и второй составляющих также разработаны компьютерные реализации модели. В результате испытания модели на примере типичного конического отвала высотой 50 м установлено, что дефляционный вынос частиц с поверхности породы начинается при скорости ветра 8,5 м/с на высоте флюгера (10 м); предельная дальность отложения частиц размером крупнее 0,01 мм, выносимых с поверхности отвала при скорости ветра 18–20 м/с, достигает 14,7 км; частицы крупнее 5 мм практически ветром не выносятся за пределы периметра основания отвала любой высоты. В этих же пределах откладываются свыше 80 % частиц размером более 0,5 мм. Следовательно, изменяя фракционный состав породы, например путем внесения структурообразователей, можно уменьшить массу породы, выносимой при отсыпке за пределы основания отвала, которая может достигать 11,7 % массы всей отсыпаемой породы.

За пределы расстояния, кратного $10H$ (H – высота отвала), практически не распространяются частицы крупнее 0,1 мм. Частицы размером 0,01–0,1 мм оседают в этой зоне только на 30,7 %. За ее пределами максимум плотности их отложения наблюдается на расстоянии, кратном $36H$ (1,8 км).

Отложение частиц характеризуется плотностью, которая с увеличением расстояния уменьшается по степенному закону (рисунок 2).

Как видно на рисунке 4, многолетнее загрязнение территории, происходящее за время отсыпки среднего террикона высотой 50 м в результате бокового отнесения ветром частиц породы, на порядок выше дефляционного загрязнения за тот же период, которое в 15–20 раз больше, чем последующее ежегодное дефляционное загрязнение. Это не означает безопасности последнего процесса, поскольку его последствия постепенно накапливаются в течение

многих лет, и даже за один год в интервале от 0 до 220 м от подножия отвала на 1 га откладывается от 60 до 1 т.

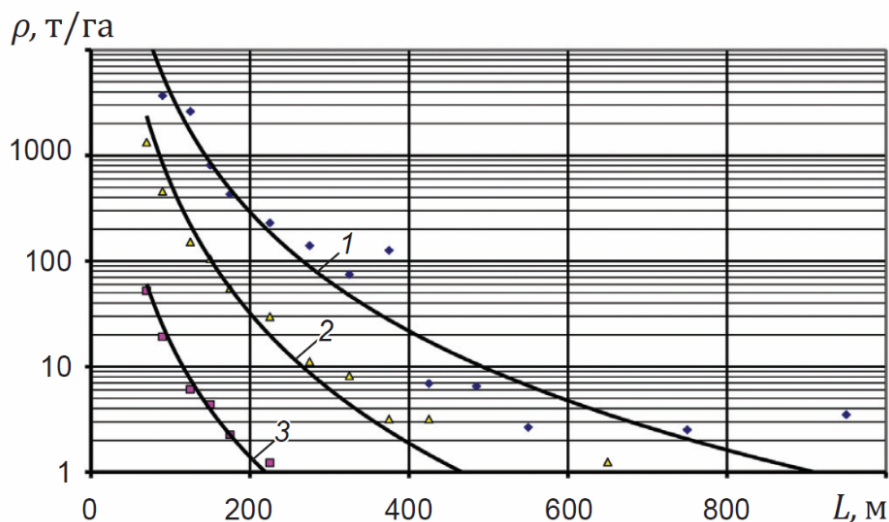


Рисунок 2 – Изменение плотности многолетнего и годового загрязнения территории по расстоянию от центра отвала в результате: 1 – отнесения частиц породы ветром при отсыпке отвала; 2 – дефляции за период отсыпки; 3 – годовой дефляции после окончания отсыпки отвала

За период отсыпки отвала на расстоянии до 950 м формируется зона с плотностью загрязнения на 1 га свыше 1 т, а на расстоянии до 500 м она превышает 10 т. В зоне до 150 м плотность загрязнения превышает 1000 т, а в непосредственной близости к отвалам – 10 000 т. И это без учета отложения породы, выносимой водными потоками, также очень высокого [1]. Учитывая, что доля отвалов, к которым близко расположены жилье, приусадебные участки, пашни, кормовые угодья, реки и водоемы, составляет соответственно 28, 38, 18, 16 и 23 % [1], можно оценить экологическую ситуацию на территории, окружающей породные отвалы в Донбассе, как катастрофическую.

Разработанная модель может служить инструментом регулирования интенсивности загрязнения различных зон прилегающей территории путем увеличения лесистости [4] на соответствующих высотных ярусах террикона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубов А. Р. Повышение экологической безопасности породных отвалов угольных шахт : монография / А. Р. Зубов, Л. Г. Зубова, С. Г. Воробьев, А. А. Зубов, А. В. Харламова. – Луганск : изд-во ВНУ им. В.Даля, 2012. – 172 с.
2. Зубов А. Р. Моделирование процесса дефляции породы отвалов угольных шахт и техногенное загрязнение почв Донбасса / А. Р. Зубов А. Р., В. А. Ульшин, А. А. Зубов, Л. Г. Зубова // *Агрохімія і ґрунтознавство*. – 2012. – № 77. – С. 52–56.
3. Зубова Л. Г. Исследование уровня радиационного загрязнения породного отвала № 1 шахты пос. Сутоган / Л. Г. Зубова, Ю. И. Макаришина // *Инженерная биология в современном мире: сб. материалов*. Майкопский ГТУ, 2013. – С. 41–46.
4. Зубова Л. Г. Лесная рекультивация терриконов / Л. Г. Зубова и др. // *Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию Всерос. науч.-исслед. агролесомелиоративного института*. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2016. – С. 117–122.

ПОСЛЕДСТВИЯ ВТОРЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ЕСТЕСТВЕННЫЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ (на примере угольной промышленности)

Зубова Лилия Григорьевна, доктор технических наук, профессор, Украина, г. Луганск, zubov-home@mail.ru

Проанализированы совпадения мест падения метеоритов с расположением месторождений угля. Изучены основные геохимические факторы, способствующие возникновению «псевдометеоритов». Изучены последствия ядерного деления тория при окислении сульфидов в известняках (взрывы болидов в криозоне).

Ключевые слова: месторождения угля, псевдометеориты, сульфиды, известняки, торий, ядерное деление, карст, взрыв болидов.

THE CONSEQUENCES OF ENCROACHMENT OF MAN IN NATURAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES (on the example of coal industry)

Zubova L. G.

The coincidences of places of falling of meteorites with the location of deposits of coal are analysed. Basic geochemical factors (sulfides, limestones, thorium), which promote the origin of «pseudometeorites», are studied. The consequences of nuclear fission of thorium at oxidization of sulfides in the limestones (the explosions of bolides in the CryoZone) are studied.

Keywords: deposits of coal, pseudometeorites, sulfides, limestones, thorium, nuclear fission, karst, explosion of bolides.

Владимир Иванович Вернадский назвал человечество мощной геологической силой, переделывающей мир. И именно он «развил концепцию ноосферы как растущего глобального осознания усиливающегося вторжения человека в естественные биогеохимические циклы» [2].

Целью данной работы является рассмотрение глобальных катастрофических явлений в угледобывающей промышленности разных стран. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) анализ совпадения мест падения метеоритов с расположением разрабатываемых месторождений угля; 2) изучение основных геохимических факторов, способствующих возникновению «псевдометеоритов»; 3) исследование последствия ядерного деления тория при окислении сульфидов в известняках.

При изучении совпадения мест падения метеоритов с расположением месторождений угля установлено, что угольные залежи Канады сосредоточены в основном в ее восточных и западных провинциях. Местоположение указанных угледобывающих провинций и территорий иллюстрируется картой (рисунок 1, <https://ru.wikipedia.org/>), где угледобывающие провинции и территории показаны оттенками зеленого цвета (Британская Колумбия, Альберта, Саскачеван), за исключением Манитобы, красным (Новая Шотландия) и розовым (Нью-Брансуик).



Рисунок 1 – Административное деление Канады на провинции и территории

В таблице 1 представлены найденные в интернете описания более десятка метеоритов, упавших в Канаде с 1931 по 2017 гг. Как можно увидеть, все упомянутые в ней метеориты наблюдались в тех же 4 провинциях, где производится добыча угля.

Такие же болиды наблюдались в России: в Тунгусском угольном бассейне в 1908 г.; в Бодайбо-Балахино (Пермский угольный бассейн) в 2002 г. и т. д. Многочисленные падающие «псевдометеориты» наблюдаются и на территориях многих угольных бассейнов Америки.

Таблица 1 – Даты и места падения метеоритов в Канаде

Дата падения метеорита	Место падения метеорита и его <i>название</i>
1931 г.	Саскачеван, <i>Springwater</i>
1952 г.	Альберта, <i>Abbe</i>
1960 г.	Альберта, <i>Bruderheim</i>
1963 г.	Альберта, <i>Peace River</i>
18.01.2000 г.	Британская Колумбия (Юкон)
2008 г.	Альберта, <i>Buzzard Coulee</i>
22.11.2008 г.	Альберта, Саскачеван (Ллойдминстер)
22.02.2012 г.	Саскачеван (Норт Беттлфорд)
18.03.2014 г.	Нью-Брансуик, о. Принца Эдуарда
5.09.2017 г.	Альберта, Британская Колумбия (Келоун, Калгари)
24.11.2017 г.	Саскачеван, Альберта

Процесс взрыва болидов в угольных бассейнах определяется, по нашему мнению, наличием трех основных факторов (компонентов): сульфидов, известняков и элемента тория. Вышеуказанные факторы изучены на примере Донецкого угольного бассейна. На рисунке 2 показано содержание сульфидной серы в одном из типичных отвалов – отвале шахты «Луганская» и вид из космоса на терриконовый сернокислый ландшафт [4].

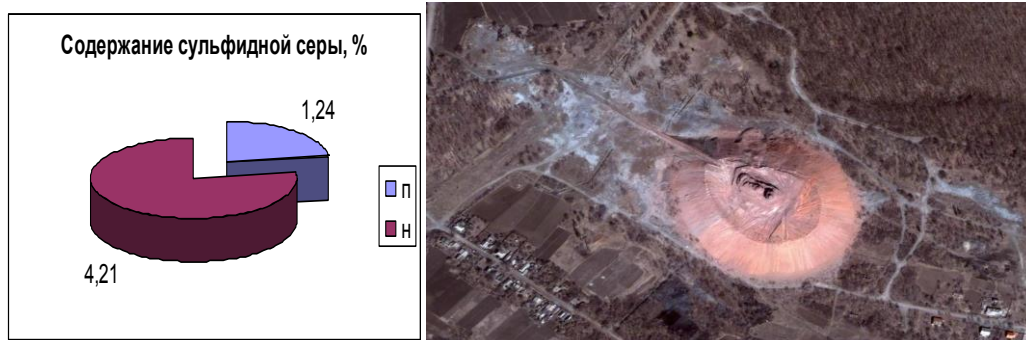


Рисунок 2 – Содержание сульфидной серы в перегоревшей (п) и неперегоревшей (н) породах и вид из космоса на терриконовый сернокислый ландшафт Донбасса

В составе свит карбона угольных районов Луганской области (соответственно и в отвалах) известняки занимают от 0,4 до 17 % [5]. Результат исследования отвальных пород с помощью спектрометрической установки «РИТМ-С» на предмет наличия тория представлен на рисунке 3 и в таблице 2.

Процесс «вскрытия» тория происходит следующим образом.

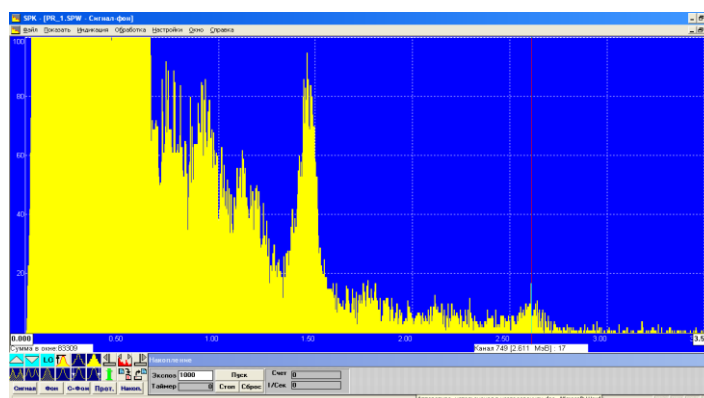


Рисунок 3 – Пик ^{232}Th на спектре

Таблица 2 – Подтверждение присутствия тория в спектре гамма-излучения [3]

Нуклид	Активность		Удельная активность		Погрешность активности, %
	Бк	мкКи	Бк/кг	мкКи/кг	
Пробы отвала шахты «Луганская» «Луганскуголь»					
²³² Th	77,3	0,0021	64,4	0,0017	10,4
Пробы отвала шахты им. Ф.Д. Мельникова» ОАО «Лисичанскуголь					
²³² Th	63.8	0.0017	58	0.0016	15,2

На участках, где имеются сульфиды, происходит их окисление с образованием серной кислоты и преобразованием водных растворов в сильноокислые ($pH < 3$). Торийсодержащие минералы трансформируются в сульфаты. Вследствие выпадения атмосферных осадков, разбавления водных растворов и повышения их кислотности ($pH > 3,5$) происходит осаждение тория (при переходе водного раствора из состояния геля в золь) в виде его гидроксида. Так как коллоиды тория относятся к гидрофобным, образующим при коагуляции гели, почти не содержащие воды, или порошки – седимент, гидроксид тория $Th(OH)_4$, образовавшийся в водном растворе при переходе в золь, может почти не содержать воду или находиться в виде седимента. Так как процессы окисления сульфидных руд высокотемпературные и связаны с образованием серы, воспламеняющейся при температуре 248...261 °С, возникает процесс устойчивого горения продуктов термической деструкции и газификации горной породы с температурой до 1000 °С и выше. Вследствие горения образуются расплавы солей. Так как металлы в расплавленных при температуре 500–1200 °С солях растворяются, седимент гидроксида тория $Th(OH)_4$ легко растворяется в расплавах солей. При воздействии нейтронов извне радиоактивный торий способен к ядерному делению. Источником нейтронов для реакции деления может выступить гроза – плазма (газ, ионизированный в определенном объеме), передающая нейтроны с помощью электрических сил. Следствиями деления тория, имеющего характер взрыва, являются либо (в районах вечной мерзлоты криозоне) «падающие псевдометеориты» (рисунок 4, интернет), либо карстовые проявления.



Рисунок 4 – «Псевдометеоритный» кратер в Тунгусском угольном бассейне

Французский исследователь карста Э. Мартель предлагал называть карстовые явления «явлениями в известняках». Монография о карсте сербского географа Й. Цвийича также названа «География известняковых земель» [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н. А. Карст. – М. : Мысль, 1981. – 214 с.
2. Горелов А. А. Концепции современного естествознания : Учеб. пособие для вузов / А. А. Горелов. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2003. – 380 с.
3. Зубова Л. Г. Торий в природе и в сернокислых ландшафтах (научные факты и гипотезы) : монография / Л. Г. Зубова. – Луганск : Изд-во «Ноулидж», 2017. – 72 с.
4. Зубова Л. Г. Терриконы : монография / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов, А. А. Зубов, А. В. Харламова, С. Г. Воробьев и др. – Луганск : Изд-во Ноулидж, 2015. – 716 с.
5. Смирный М. Ф. Экологическая безопасность терриконовых ландшафтов Донбасса: Монография / М. Ф. Смирный, Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов. – Луганск : изд-во ВНУ им. В. Даля, 2006. – 232 с.

ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ КАК СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СВОЙСТВ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНШАФТОВ СТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Суюндуков Ялиль Тухватович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский филиал, *Россия, Республика Башкортостан, г. Сибай*, yalil_s@mail.ru

Хасанова Резеда Фиргатовна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский филиал, *Россия, Республика Башкортостан, г. Сибай*, rezeda78@mail.ru

Суюндукова Мунира Басимовна, доктор биологических наук, профессор, Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», *Россия, Республика Башкортостан, г. Сибай*, yalil_s@mail.ru

Семенова Ирина Николаевна, доктор биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», *Россия, Республика Башкортостан, г. Сибай*, alexa-94@mail.ru

В работе представлены результаты исследований по восстановлению свойств черноземов Зауралья Республики Башкортостан приемами фитомелиорации. Приведено сравнение разных вариантов фитомелиорации по эффективности. Изучено восстановление свойств деградированных почв на залежных землях и под покровом многолетних трав. Представлены данные по восстановлению почв степных экосистем методом агростеппей.

Ключевые слова: чернозем, фитомелиоранты, агростеппи, плодородие почв.

PHYTOMELIORATION AS A METHOD OF RECOVERING PROPERTIES OF DE- GRADED SOILS AND IMPROVE PRODUCTIVITY OF AGROLANDSCAPES STEPPE TRANS-URALS

Suyundukov Ya. T., Khazanova R. F., Suyundukova M. B., Semenova I. N.

The paper presents the results of studies on the restoration of properties of chernozems of the Trans-Ural region of the Republic of Bashkortostan with methods of phytomelioration. The comparison of different variants of phytomeliorative efficiency. Studied the recovering properties of degraded soils on fallow lands and under the cover of perennial grasses. The data on soil recovery of steppe ecosystems by the method of agrosteppe.

Keywords: chernozem, phytomeliorants, agrosteppes, soil fertility.

Высокая степень сельскохозяйственной освоенности, интенсивное и длительное пахотное использование почв степных агроландшафтов Зауралья Башкортостана способствовало существенному снижению их плодородия. Более половины почвенного покрова сельскохозяйственных угодий характеризуется развитием ветровой и водной эрозии, значительные площади пахотных угодий являются эрозионно опасными [4]. Игнорирование основных законов земледелия, несоблюдение севооборотов, резкое снижение доз минеральных и органических удобрений, применение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в настоящее время не способствуют восстановлению утраченных свойств почвы, а скорее, наоборот, усугубляют их агроэкологическое состояние. На фоне такой ситуации все большую актуальность приобретает реабилитация свойств деградированных почв фитомелиоративным способом, основная суть которого заключается в использовании для этого биологического потенциала растений как одного из главных факторов почвообразования. Нами рассматриваются три варианта фитомелиорации, которые различаются между собой по видовому составу растений, продолжительности их воздействия и, как следствие, по степени интенсивности влияния на восстановление почвы: в составе севооборотов, в ходе восстановительных сукцессий на залежных землях, в посевах многолетних трав.

Длительное время в условиях Зауралья Башкортостана рекомендовались и фактически применялись полевые севообороты с паровым полем, как правило, с черным паром. В их составе преобладали яровые зерновые культуры. Было установлено, что в таких зернопаропропашных и зернопаровых севооборотах даже при систе-

матическом применении минеральных удобрений и навоза из расчета 5 т/га в год не обеспечивался баланс органического вещества почвы и происходило заметное снижение содержания гумуса. В то же время введение в состав севооборота только одного поля трав способствовало стабилизации гумусного состояния почвы, а применение зернотравяного севооборота с использованием трав в течение 2–3 лет приводило к восстановлению комплекса ее свойств и повышению плодородия. Отметим, что в севооборотах с введением однолетних трав их эффективность выше при использовании смешанных посевов ввиду положительного взаимодействия компонентов смесей. Наибольший эффект отмечается при возделывании бобово-злаковых смесей, например, посевов чины или гороха с суданской травой, при котором, помимо улучшения свойств почвы, достигается и повышение урожайности и качества продукции [4].

Кроме того, использование сидерации с введением в севооборот викоовсяной и других травосмесей, а также таких культур, как донник, горчица, рапс и др., также приводит к относительно быстрому восстановлению свойств почвы. Возделывание и заделка в почву фитомассы сидератов способствует улучшению фитосанитарного состояния поля, уменьшению риска развития эрозионных процессов, сохранению влаги. Наши исследования в условиях чернозема обыкновенного показали достаточно высокую эффективность таких сидератов, как горох, рапс, донник, при которых было достигнуто повышение содержания подвижного гумуса и оптимизация агрофизических свойств, а также получена прибавка урожая яровой пшеницы до 6,3 ц/га [4]. Возделывание трав с целью восстановления свойств почвы становится в особенности актуальным в настоящее время, когда резко снизились дозы вносимого навоза и в структуре посевов произошло значительное увеличение доли высокоинтенсивных культур, в том числе пропашных, например подсолнечника.

Реабилитация свойств деградированных почв происходит и на залежных землях. На старопахотных почвах, оставленных в покое, в течение длительного времени происходит смена растительности – так называемая залежная сукцессия, в ходе которой сорно-полевая и рудеральная растительность постепенно уступает место разнотравью и многолетним травам, которые формируются в растительные сообщества, близкие к целинным. Она сопровождается восстановлением свойств почвы, что особенно усиливается в последние стадии, когда по многим параметрам почва достигает уровня исходных целинных почв. Таким образом, залежная сукцессия представляет собой длительный процесс, однако является наиболее дешевым и эффективным методом восстановления почв [3]. Наши исследования показали, что на залежных землях формирование растительных сообществ, близких к целинным аналогам, происходит на 20–30 лет. Восстановление агрофизических свойств по своим темпам отстает примерно в 2 раза. Надо полагать, в целом, восстановительные процессы на залежах в настоящее время происходят значительно более длительное время по сравнению с таковым при переложно-залежной системе земледелия. Это объясняется тем, что при длительно используемой пашне скудный запас банка семян ценных видов на фоне высокой распаханности территорий и отсутствия рядом хорошо сохранившей целины не способен обеспечить быстрое восстановление целинной растительности.

Наиболее эффективным и ускоренным направлением фитомелиорации можно считать восстановление почв под искусственно созданными растительными сообществами «агрокстепей» по методу Д. С. Дзыбова [2]. При этом методе на восстанавливаемом участке происходит очень быстрое создание растительного покрова в том обилии видов, каким оно было в естественном ценозе. Полевые опыты с агрокстепами, заложенные нами на различных угодьях, показали, что на 3–4-й год после высева сено-семенной смеси в составе травостоя присутствуют основные виды степной флоры, которые к 10-му году включают более 80 % трав, которые были представлены в исходном ценофонде [1]. Кроме того, по продуктивности и накоплению корневой фитомассы, а на 18-й год и по видовому составу растительного сообщества и основным параметрам плодородия почвы агрокстепь была сопоставима с целиной.

Наиболее распространенным способом фитомелиорации почв является использование посевов многолетних трав, которые благодаря густо разветвленной и мощно развитой корневой системе способствует созданию в верхнем слое почвы защитного каркаса, предотвращающего развитие процессов эрозии. Кроме того, в почву поступает большое количество органики, источника формирования гумуса.

Нами проводились исследования по изучению фитомелиоративной эффективности многолетних трав на трех зональных подтипах чернозема: выщелоченном, обыкновенном и

южном. Для сравнительного изучения были взяты наиболее распространенные виды сеяных злаковых и бобовых трав. В качестве контроля изучались почвы под видами трав из естественных степей, а также под зерновыми культурами.

Исследованиями показано, что наибольшая надземная фитомасса формируется у сеяных многолетних трав, в то время как корневая – под естественными многолетними злаками, что свидетельствует об их относительно высокой фитомелиоративной роли. Отмечена и другая закономерность: от чернозема выщелоченного к южному, то есть вдоль градиента север-юг, надземная и подземная масса трав, а также фитомасса зерновых культур снижается, что отражается в их почвовосстановительной способности [5].

Установлено, что наилучшее структурно-агрегатное состояние формируется под естественными многолетними злаками, затем под сеянными травами, которые по показателям близки к целинным почвам. На всех исследованных почвах из числа сеяных трав формированию наибольшей водопрочности структуры способствует козлятник восточный. Статистическая обработка данных показала, что водопрочность агрегатов тесно коррелирует с корневой фитомассой ($r=0,71$), а также содержанием гумуса ($r=0,62$). Кроме того, плотность почвы находится в обратной, а пористость, наоборот, в прямой зависимости от водопрочности структуры [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллин М. Р. О некоторых методах количественного описания сукцессий / М. Р. Абдуллин, Б. М. Миркин // Экология. – 1999. – № 6. – С. 468–470.
 2. Дзыбов Д. С. К созданию «портретных моделей естественных биогеоценозов – агро степей / Д. С. Дзыбов // Антропогенные процессы в растительности. – Уфа : БФАН СССР, 1985. – С. 126–134.
 3. Миркин Б. М. Теоретические аспекты анализа сукцессий в травосмесях / Б. М. Миркин, Т. Г. Горская // Биол. науки. – 1989. – № 1. – С. 547–557.
 4. Суюндуков Я. Т. Экология пахотных почв Зауралья Республики Башкортостан / Под ред. чл.-корр. АН РБ Ф. Х. Хазиева. – Уфа : Гилем, 2001. – 256 с.
- Хасанова Р. Ф. Сравнительная оценка фитомелиоративной эффективности многолетних трав на черноземах Зауралья Республики Башкортостан / Р. Ф. Хасанова, Я. Т. Суюндуков, М. Б. Суюндукова // Почвоведение. – 2010. – № 1. – С. 116–122.

УДК 504.062.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ С ИСКОПАЕМЫМ ТОПЛИВОМ

Родькин Олег Иванович, кандидат биологических наук, доцент, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь aleh.rodzkin@rambler.ru
Черненко Евгения Вячеславовна, младший научный сотрудник, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь echernenok@mail.ru

Отходы переработки древесины, а также растительные остатки могут быть использованы в качестве биотоплива и относятся к возобновляемым источникам энергии с нулевыми выбросами парниковых газов. Использование биотоплива для совместного сжигания или изготовления композитных брикетов и пеллет с ископаемым топливом позволяет эффективно решать проблему снижения выбросов парниковых газов и обеспечивать диверсификацию источников сырья для энергетических установок. Наши исследования по оценке возможности использования нескольких видов биотоплива для изготовления композитных брикетов с торфом показали, что себестоимость соломы в качестве сырья в 1,8 и в 2,5 раза ниже по сравнению соответственно с естественными многолетними травами и древесной щепой с энергетических плантаций ивы.

Ключевые слова: биомасса, ископаемое топливо, солома, пеллеты, брикеты, совместное сжигание, древесные отходы.

THE PERSPECTIVE OF WOOD WASTE AND AGRICULTURAL RESIDUES USING FOR ENERGY PRODUCTION ON THE BASE OF CO-FIRING

Rodzkin O., Chernenok E.

Wood waste and agricultural residues may be used as a biofuel for renewable energy production with zero greenhouse gas emission. Biomass using for co-firing with fossil fuel or composite pellet production enables to decrease greenhouse gas emission and diversification of feedstock supplying for power plants. The experiments for assessment of perspective of several kinds of biomass for composite peat and biomass briquette production have been held in Belarus. Prime cost of straw as a biomass for composite briquette was in 1,8 times less to compare to natural grass from wetlands and in 2,5 times less compare to willow wood from short rotation coppice energy plantations.

Key words: biomass, fossil fuel, straw, pellets, briquette, co-firing, wood waste

Цикличность мировой экономики обуславливает периодическое появление кризисных явлений, затрагивающие в различной степени все страны мира и оказывающих влияние на их энергетическую безопасность. Для Республики Беларусь с учетом обеспеченности собственными ископаемыми топливно-энергетическими ресурсами (около 15 %) и климатических условий особый интерес представляет развитие биоэнергетики на возобновляемой основе. В рамках Государственной программы «Энергосбережение» страны на 2016–2020 гг. в республике предусмотрено использование различных источников биомассы (дрова, отходы древесины, быстрорастиющая древесина, отходы растениеводства) для производства энергии. Для получения энергии из растительного сырья применяют различные методы, выбор которых зависит от стоимости проекта и особенностей сырья. Прямое сжигание биомассы не всегда является эффективным, в связи с чем широкое распространение получили технологии производства твердого биотоплива (пеллет и брикетов), когда сырье предварительно сушат, измельчают и прессуют [4]. Такое топливо имеет преимущество перед дровами, щепой или опилками: снижается риск самовоспламенения, повышается теплотворная способность, снижаются выбросы в атмосферу серы и азота. Зольность пеллет из биомассы составляет $0,5 \pm 0,1$ % от сухого вещества, к тому же зола может использоваться в качестве минерального удобрения [5]. Существует несколько видов потенциальных источников биотоплива на региональном уровне.

Наибольший потенциал имеет неликвидная древесина, отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности, а также энергетические короткоцикловые плантации быстрорастущих деревьев (ива, тополь, ольха).

Для сельскохозяйственных регионов перспективным видом биотоплива является солома зерновых культур. При площади зерновых и зернобобовых культур в Республике Беларусь около 2,5 млн га, валовом сборе зерна около 9 млн т и расчетном соотношении зерно/солома 1 : 1,2 в аграрном секторе страны ежегодно образуется до 10 миллионов тонн соломы, часть которой можно использовать в качестве сырья для производства энергии [3]. Прямое сжигание соломы для получения энергии ограничивается содержанием в биомассе соломы ряда химических элементов (калий, натрий, хлор), что вызывает зашлаковывание труб и ускоренную коррозию металлических поверхностей энергетических установок [7]. Использование пеллет или брикетов является более рациональным подходом: плотность брикетов увеличивает КПД установок по сжиганию и по теплотворной способности они практически не отличаются от древесных.

Определенный интерес в качестве биотоплива имеет биомасса естественных многолетних трав, имеющих невысокую ценность в качестве корма для сельскохозяйственных животных.

Перспективным направлением для использования растительных и древесных отходов для получения энергии является их совместное сжигание с ископаемым топливом. Такой подход позволяет решить ряд технологических проблем и обеспечивает снижение нагрузки на окружающую среду. Основным преимуществом совместного сжигания является использование уже существующего котельного оборудования, что обеспечивает наименьшие капи-

тальные затраты в сравнении с установкой новых котлоагрегатов [6]. Существует несколько способов совместного сжигания угля и биомассы. Прямое – предполагает одновременную подготовку, измельчение и подачу угля и биомассы в котел. Непрямое совместное сжигание включает раздельную подготовку угля и измельчение биомассы. Параллельное совместное сжигание подразумевает сжигание угля и биомассы в отдельных котлах [2].

Экспериментальные исследования, проведенные в Казанском государственном энергетическом университете, подтверждают, что энергия, полученная при совместном сжигании, является не только возобновляемой, но и «чистой» с точки зрения выбросов парниковых газов и, как следствие, приводит к снижению антропогенной нагрузки на климат [1].

Для Республики Беларусь особый интерес в качестве ископаемого сырья для совместного сжигания представляет торф. Наши исследования проводились на базе Лидского торфобрикетного завода (Гродненская область), который использует торф для производства брикетов, удобрений и на другие цели. В результате активной добычи запасы торфа на месторождении «Докудовское» в регионе предприятия за последние годы значительно снизились, что привело к поиску новых источников сырья для продолжения деятельности. Одним из направлений является использование древесных и растительных отходов в качестве добавки для приготовления композитных брикетов. Такой подход позволяет увеличить эффективность работы предприятия и не снижать занятость трудоспособного населения. Биомасса для добавления в брикеты была получена из соломы, древесины ивы (энергетические плантации) и сена многолетних болотных трав (тростник, осока, канареечник). Для добавления в торфяные брикеты биомасса была соответствующим образом подготовлена (степень измельчения не более 5 мм, влажность не более 14 %).

Результаты расчетов себестоимости биомассы с учетом вышеназванных параметров, а также теплоты сгорания представлены в таблице.

Таблица – Себестоимость различных видов биомассы

Вид биомассы	Влажность, %	Степень измельчения	Урожайность, т/га	Теплота сгорания, кДж/кг	Себестоимость, \$/т
Древесина ивы	14	До 5 мм	12,0	18500	23,0
Солома	14	До 5 мм	3,0	16000	9,0
Сено	14	До 5 мм	15,3	15500	15,9

Установлено, что себестоимость биомассы для приготовления композитных торфобио-брикетов, полученной из соломы, в 1,8 и в 2,5 раза ниже, чем соответственно из естественной болотной растительности и древесины ивы. Следует учитывать, что при расчете себестоимости соломы не учитывались затраты, связанные с посевом, уходом и уборкой зерновых культур. Солома принималась во внимание как растительный остаток, который можно использовать на энергетические цели. Сено получено из естественной болотной растительности, что также исключает статьи затрат, связанные с возделыванием многолетних трав, но включают затраты на уборку, транспортировку, сушку и т. д. Несмотря на более высокую себестоимость древесины ивы по сравнению с другими видами биомассы, следует учитывать, что энергетические плантации ивы могут быть заложены на площадях, где нет возможности получить высокий урожай соломы зерновых или сена естественных травостоев по экологическим или экономическим причинам. Следовательно, все вышеназванные источники биомассы представляют интерес в качестве сырья для получения композитных брикетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дремичева Е. С. Снижение выбросов при совместном сжигании котельного топлива и отходов деревообработки на объектах теплоэнергетики / Е. С. Дремичева, А. С. Гаврилов // Молодой ученый. – 2016. – № 26. – С. 35–37.
2. Передерий С. Совместное сжигание бурого и каменного угля с биомассой. Использование топливных гранул на электростанциях // ЛесПромИнформ. – 2011. – № 7 (81). – С. 166–168

3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2012. – 355 с.
4. Хутская Н. Г. Энергосберегающие технологии термохимической конверсии биомассы и лигнокарбонатных отходов : учебно-методическое пособие по дисциплине «Топливо и его использование» / Н. Г. Хутская, Г. И. Пальченко. – Минск : БНТУ, 2014. – 53 с.
5. Цыганов А. Р. Биоэнергетика: Энергетические возможности биомассы / А. Р. Цыганов, А. В. Ключков. – Минск : Беларус. навука, 2012. – С. 11–13.
6. Щудло Т. С. Совместное сжигание угля и биомассы в факельных котлоагрегатах / Т. С. Щудло, Н. И. Дунаевская, И. В. Бесценный, Д. Л. Бондзик / Горение твердого топлива : Докл. VIII Всерос. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 2012. – С. 111.1–111.8.
7. Evald A. Biomass for energy – Danish Solutions / A. Evald // Copenhagen: Danish Energy Agency. – 1996. – 38 p.

УДК: 63

LIFE FORMS OF PLANTS RELATED TO HEAVY METAL CYCLE IN THE ECOSYSTEM (CASE STUDY: CENTRAL IRAN DESERT ZONE)

Mohammad Akhavan Ghalibaf *Department of soil science, natural resources faculty in Yazd University, Iran, Yazd, makhavan_ghalibaf@hotmail.com*

This research was followed after few introductory surveys of heavy metals distribution in the semi-arid zone at mining areas in Central Iran. The research positions have been located in the territory of Kushk Mining Company, where located in a semi-arid zone, 45km, NE from Bafgh city and 145 km from Yazd city and so in Yazd arid zone for comparison. The major desert shrubs in the polluted area were *Artemisia* sp. and *Salsola* sp. and in Yazd selected a bitter olive garden space in Yazd University. The soils and plants in Kushk area were randomly collected to a distance about 8 km from mining waste dam and in Yazd selected few trees for the experiment. According to the mining type, the heavy metals (Pb, Zn and Cd) in soils and plants samples were measured. The accumulation of Zn and Cd in juicy and fresh shoot organs were more than root but in the end of growing season concentration of metals were decreased in dried shoots. *Artemisia* had less accumulation of heavy metals in fresh shoots, because of more accumulation of Ca in juicy tissues. Pb showed lower mobility in all plants. Control of pastures during growth of plants and calcium chloride spraying on shrubs to decrease accumulation of heavy metals in leaves were proposed.

Key words: Life form, Kushk, Yazd, heavy metals, arid ecosystem.

Introduction: Life forms better known as *Raunkiaer's life forms* or *Botanical Life Forms* were proposed in 1934 by a Danish botanist Christen C. Raunkiaer. According to Raunkiaer, in a community it is very important to know how a plant survives during unfavorable conditions. He took the criterion of protection of perennating buds during adverse conditions as an adaptation of plant to climate. Accordingly he proposed a system known as Raunkiaer's system in which plants were categorized into various life forms based on the position of their buds during seasons of unfavorable conditions (too much cold or too much hot). Raunkiaer considered five major types of life forms viz. Phanerophytes, Chamaephytes, Hemicytrophytes, Cryptophytes, and Therophytes.

Based on the height of trees, phanerophytes are further divided into 4 categories: a) Mega-phanerophytes – trees taller than 30 m, b) Meso-phanerophytes – trees between 8 – 30 m, c) Micro-phanerophytes – trees between 2 – 8 m height, d) Nano-phanerophytes – shrubs shorter than 2 m but more than 25 cm (Kohli et al, 2002). Gintzburger et al. (2009) studied the *Salsola richteri* and *Salsola paletzkiana* in the study of macro-nano-phanerophytes and *Artemisia diffusa* species in the Middle East rangeland cover. Zhang (1997) showed in his study on barley plants in a contaminated environment with cadmium and lead, since these heavy metals can not be the essential elements of the plant in the case of plants subject to contamination due to reduction The absorption of the main elements will be accompanied with growth retardation and, on the other hand, by the introduction of metals into the plant organs, can also lead to contamination of animal and human food chain. Koneshloo et al. (2011) showed the forestry activities in decreasing the amount of oil pollutants. Ebadiati et al. (2006) in a study showed that the concentration of heavy metals in lead, zinc, copper

and cadmium in different plant species in the Miankaleh wetland the organs of these plants were with different reflection. Ebrahimi et al. (2012) investigated the plant species *Phragmites australis* in heavy metals contaminated soils and concluded that *P. australis* species can be used as a biodegradable specie for the purification of heavy metals in soil and water. The rangeland of Kushk, is adjacent to the Kushk Pb and Zn Mining Complex. The aim of this study was to investigate the effect of biological forms of native plants in the region and accumulation of heavy metals in these rangelands.

Methods: The studied area is a part of the rangelands of Kushk village near the Pb-Zn mineral complex in 45 km northeast of Bafgh and 165 km east of Yazd. The mine's position is located at a north latitude of 31°, 44', 37" and east longitude, 55°, 45', 24". The region's climate is dry. The average annual rainfall of the region with a 9-year statistical period is over 97 mm, the average annual temperature is 14.26 °C, the warmest month of the year is July, the coldest month of the year January, the minimum and maximum recorded temperatures are -24 and 47.5 degrees Celsius. The morphology of the major part of the study area is mountainous and with a mean gradient of 25%. More than 100 samples of soil were sampled at three time points and in a 12-year period (years 1379- 1391). Samples were collected from the location of the Kushk mine waste dams to the distance of 8 km in the direction of the slope and main stream randomly. According to the type of mine and the presence of heavy elements in the minerals, three elements of lead, zinc and cadmium were selected for measurement. Soil and plant samples were selected from positions with different distances from the pollutant and in the waterway route. Using nitric acid 6 normal, the extraction of the samples were done (Page et al, 1989). Then, the amount of elements were analysed with the atomic absorption instrument from the American Buck Scientist company (BuckScientific-USA)

Results: The most dominant herbaceous plants in the study area are *Salsola* sp and *Artemisia* sp, which is classified as *Sansola* sp, with a life form of Nano-phanerophytes, *Artemisia* sp a Chamaephytes and bitter olive a Micro-phanerophytes. The highest concentrations of heavy metals were observed at a distance of two kilometers southwest of Kushk mine in the seasonal waterway route. Distribution and dispersion of heavy metals can be attributed to their accumulation and mobility characteristics in soil. The results of the experiment on the measurement of heavy metals in plant organs showed that, due to the biological deformation of desert and semi-desert rangelands, species behaved differently than the species that were adapted in wet areas to accumulate heavy elements in the plant tissues. Also, among plant species in a desert or semi-arid region, differences in the botanical form and physiology affect to the way of absorbing nutrients and the accumulation of heavy elements in plant organs. The concentration of zinc from root to young and juvenile canines increased to a greater slope than cadmium. After drying of the end nodules from the middle of autumn, the concentration of zinc and cadmium in the limb decreased, which is more than cadmium reduction compared to zinc. The concentration of lead in fresh organs did not show any difference. In the case of *Artemisia* bushes, it showed a different behavior to metals. Most of the heavy metals accumulate in the root, in compare to young and juicy shoots. The differences in the concentration of metals in the root and canines of grasses resulted for the difference in calcium concentration in these two plants and their different biological forms (Figure 1).

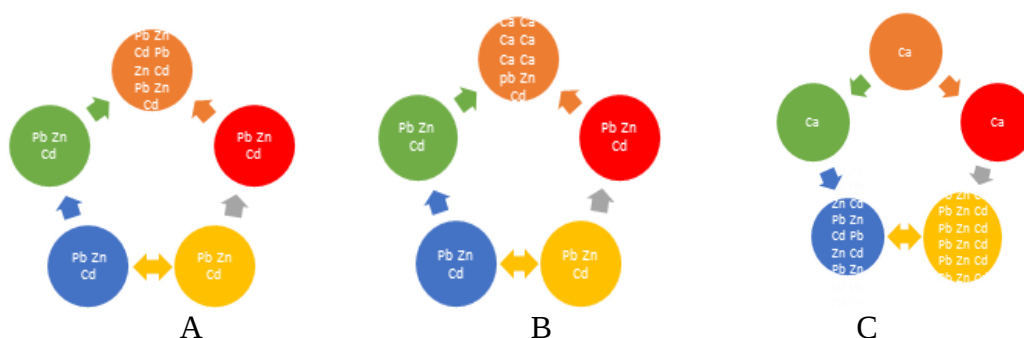


Figure 1– From left to right, in the shapes (A & B) have shown heavy metals movement from root to air organs and last shape (C) show heavy metal opposite cycle in no favorite season.

Conclusion: Calcium with antagonist effect had prevented the accumulation of heavy metals in young tentacles. Therefore, spraying with calcium absorbable compounds may reduce the accu-

mulation of heavy elements in the leaves. If purification of soil is desired by *Salsola* sp bushes, it can be collected in the growing season and when it has the largest canopy, before the drying of the air organs, and bring to a safe place to control pollution. Whenever grazing of the livestock from the contaminated area is inevitable, it is obvious that the best time can be the winter grazing of the livestock after ensuring the crown dryness.

REFERENCES

1. Ebadati, F., A. Esmaili-sari & A. Riahi-Bakhtiari, 2006. Rate and how to change of Heavy Metals and organ of aquatic plants and sediments of Miankaleh pond. Journal of Environment, Number 37: 53-57. (In Persian)
2. Ebrahimi, M., M. Jafari, GH. Savaghebi, H. Aazarnivand, A. Tavili, & M. Fernando, 2012. Study of Phytoremediation of *Phragmites australis* in polluted soils with Heavy Metals. Journal of range, Number 1(21). (In Persian)
3. Gintzburger G., S. Saïdi and V. Soti. 2009. Rangelands of the Ravnina Rerion in the Karakum Desert (Turkmenisyan): Current Condition and Utilization. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).111p.
4. Kohli, R.K., Batish D.R. And H.P. Singh. 2002. Population and Community Ecology. Centre for Environment and Vocational Studies, Panjab University, Chandigarh Department of Botany, Panjab University, Chandigarh. 25p.
5. Koneshloo, H. & A. Eghtesadi, 2011. The plantation role in reduction of oil emissions (Heavy Metals). Journal of Natural resources of Iran. Volume 64, Number 2: 185-197. (In Persian)
6. Page, A.L., Miller, R.M., Keeney, D.R.1989. Methods of soil Analysis, part 2, American society of America, Inc. publishers, Madison Wisconsin, 1159p.
7. Zhang Y.1997. The toxicity of heavy metals to barely (*Hordeum vulgare*). Acta Scientiae Circumstance 17(2) 199-204(in Chinese).

YJK: 51

ON ESTIMATION OF HARVESTING IN FRAGILE ARID ECOSYSTEMS IN IRAN

Delavarkhalifi Ali^{1*}, Department of Mathematic in Principal Science faculty

M. Akhavan Ghalibaf², Department of soil science, natural resources faculty in Yazd University, Iran, Yazd, Email: delavarkh@yazd.ac.ir

Climate variability is common character of Iranian arid ecosystems. For this reason to create a forecasting model for harvesting is difficult. In result the model lead to over or lower level of an optimum quantity of harvesting. I this research was tried to add an independent parameter to modify global sustainable harvesting models. After comparing the models with trying and testing was resulted that residual soil organic carbon related to last year can be an essential parameter to correct optimum quality of harvesting. Keywords: Sustainable harvesting, arid ecosystems, organic carbon.

Introduction: Stochastic models are the most important topics in mathematical modeling for other sciences. In addition every day we encounter with new applications in stochastic models. Some applications we can list as financial [1, 2], aerospace [3] and so on. The optimal harvesting strategies were studied in [4] and for obtaining the optimal estimation, we need some advanced tools. The Kalman filter is an important tool in this respect and it is used in widespread in many areas [5].

Iran located in global desert zone, but because of its especial geomorphological situation, has benefited vertical semi-desert zones to humid zones as Caspian climate. But because of her global desertific character actual precipitations changes every year and it is difficult to forecast productivity and yields in the ecosystem. For sustainable harvesting it is necessary to add a feedback parameter to control exceeding. For this purpose carbon sequestration parameter by

analyzing of soil organic carbon and its tendency added in model as feedback parameter to optimize over harvesting.

In contrast to traditional harvesting strategies, threshold harvesting with $c = K$ involves comparatively little disturbance to a harvested population and its ecosystem, harvesting only excess individuals above the carrying capacity that are likely to be eliminated by density-dependent regulation. Analytical formulas for the optimal threshold under other harvesting goals have been derived (Lande *et al.*, 1995), but the simplest method of obtaining the optimal threshold for other goals is by numerical maximization of the quantity to be optimized. For the more usual goal of maximizing the mean annual yield, Figures 6.4 and 6.5 show that there are two optimal thresholds, one an edge optimum $t = 0$ I figure 1 has shown , (A) Expected cumulative yield before extinction, Y , (B) mean time to extinction, T , and (C) ean annual yield approximated by Y/T , as functions of the threshold population size, c , above which all excess individuals are harvested and below which no harvest occurs. Annual harvest in the deterministic model is indicated by the bold line in panel C. (D) Mean duration of the final decline from carrying capacity to extinction, T^* (Chapter 2.7). Expected dynamics without harvest are ogistic, with per year, $K = 10,000$ and $N_0 = K$. Demographic and environmental stochasticity in density-independent growth rate takes the form with and values of the environmental standard deviation σ_e as shown. Dashed lines represent parameter values for which T is not much greater

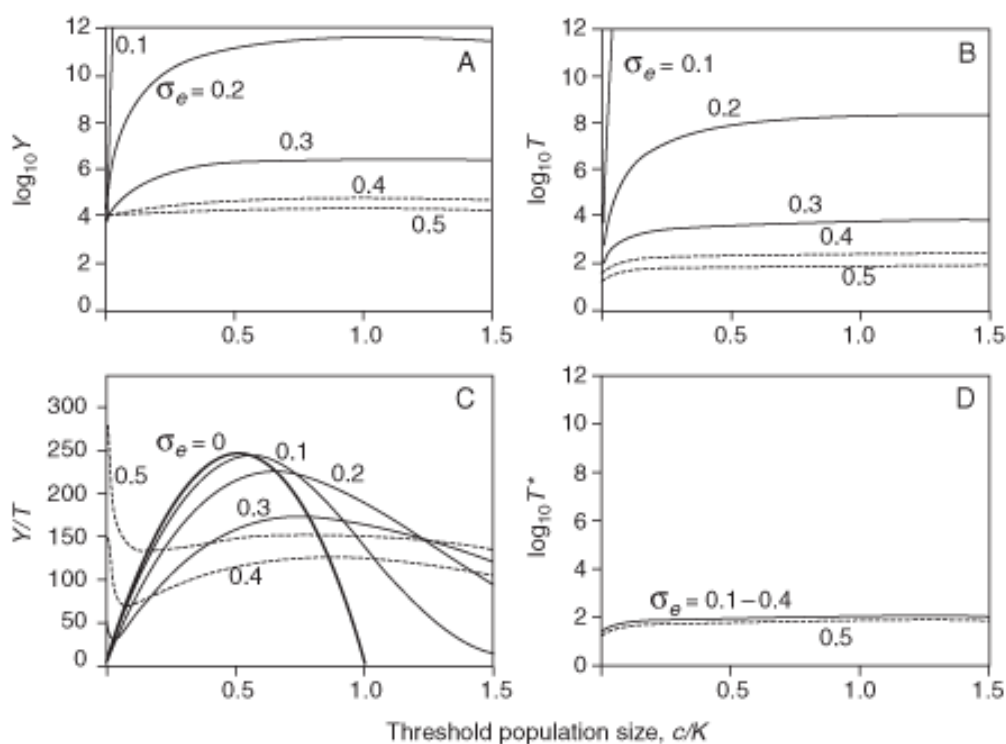


Fig. 1. Expected cumulative yields in various conditions

REFERENCES

1. Ali Delavarkhalafi. On stochastic optimal control and its applications in finance, seminar of mathematics and humanities, financial mathematics conference, Iran, 2016.
2. Behzad Kafash, Ali Delavarkhalafi, Seyed Mehdi Karbassi, A computational method for stochastic optimal control problems in financial mathematics, Asian Journal of Control, 18(4), 2016.
3. Robert F. Stengle, Optimal control and estimation, Dover Publications, 1986.
4. Russell Lande, Steinar Engen, and Bernt-Erik Saether, Stochastic Population Dynamics in Ecology and Conservation, Oxford Scholarship Online, 2010.
5. Ali Delavarkhalafi, Ali Pourshefahan, Filtering Method for Linear and Non-Linear Stochastic Optimal Control Of Partially Observable Systems, Filomat, 31(19), 2017.

ПОЛЕВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ВЛИЯНИЮ РИЗОСФЕРНЫХ ГЕЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЗАЩИТУ КАРТОФЕЛЯ ОТ ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ

Смагин Андрей Валентинович, профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», в. н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», *Россия*, г. Москва, smagin@list.ru

Садовникова Надежда Борисовна, кандидат биологических наук, н. с. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», *Россия*, г. Москва, www.ilan.ras.ru

Будников Виктор Иванович, кандидат технических наук, ООО Научно-исследовательский и проектный институт «Современные технологии», *Россия*, г. Пермь, ФГБУН «Институт лесоведения РАН», г. Москва, f1448@yandex.ru

Смагина Марина Валентиновна, кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе ФГБУН «Институт лесоведения РАН», *Россия*, Московская обл., www.ilan.ras.ru

Старовойтова Оксана Анатольевна, кандидат биологических наук, в.н.с. ФГБНУ «ВНИИ Картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха», *Россия*, Московская обл., agronir1@mail.ru

Черкашина Надежда Федоровна, кандидат биологических наук, с.н.с. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», УППЭЦ «Чашиково», *Россия*, Московская обл., nonachka41@yandex.ru

Полевые испытания по выращиванию разных сортов картофеля, проведенные в гумидных условиях (Москва, Пермь) в почвах разного генезиса и дисперсности показали высокую эффективность ризосферных гелевых композиций с наночастицами, ионами серебра и фунгицидом Квадрис для грубодисперсных почв, где при исходно сильно зараженном посадочном материале получена прибавка урожая до 100–200 % при 95–100 % защите клубней от фитофтороза, фузариозно-бактериальной гнили и серебристой парши. Вместе с тем использованный в технологии способ сплошного (без перемешивания с почвой) внесения гидрогелей под куст в дозах 0,5–1 л вместе с клубнями при посадке оказался малоприменимым для суглинистых и глинистых почв, где избыток влаги привел к угнетению клубней посадочного материала и к развитию локального анаэробизма.

Ключевые слова: картофелеводство, семеноводство, почва, ризосфера, патогены, защитные гелевые композиции, средства защиты растений, урожай.

FIELD EXPERIMENTS ON THE EFFECT OF RIZOSPHERIC GEL-COMPOSITIONS ON YIELD AND THE PROTECTION OF POTATOES AGAINST PATHOGENIC MICROFLORA

**Smagin A.V., Sadovnikova N.B., Budnikov V.I., Smagina M.V.,
Starovoitova O.A., Cherkashina N.F.**

Field trials of different potato cultivars carried out in humid conditions (Moscow, Perm) in soils of different genesis and dispersity have shown a high efficiency of rhizosphere gel compositions with nanoparticles, silver ions and «Quadris» fungicide for coarse-textured soils where, at initially heavily contaminated planting material a yield increase of 100–200 % was obtained at 95–100 % protection of tubers against late blight, fusarium-bacterial decay and silvery scab. At the same time, the method of continuous application (without mixing with soil) of hydrogels under the bush in doses of 0.5–1 L together with tubers during planting proved to be of little use for loamy and clay soils, where excess moisture led to the inhibition of tubers of planting material and to the development of local anaerobiosis.

Keywords: potato growing, seed growing, soil, rhizosphere, pathogens, protective gel compositions, plant protection products, crop yield.

Введение. Проблема противопатогенной защиты картофеля, как одной из наиболее важных сельскохозяйственных культур, определяющих продовольственную безопасность страны, является приоритетной государственной проблемой современной агротехнологической науки. На ее решение направлены многочисленные разработки по новым химическим, биохимическим и биологическим средствам защиты растений (СЗР), селекции и генной ин-

женерии устойчивых сортов, улучшению агротехнических приемов возделывания картофеля и ряду других направлений [1, 3–6, 9, 11–15, 18]. Однако в подавляющем большинстве случаев как в товарном, так и в семеноводческом картофелеводстве борьба с патогенной микрофлорой осуществляется путем поверхностного внесения (распыления) СЗР над вегетирующей массой растений, тогда как подземные органы остаются слабо защищенными и нередко поражаются как аборигенными патогенами ризосферы, так и привнесенными с некачественным посевным материалом.

В наших предшествующих работах [11, 16–18] была предложена и лабораторно подтверждена технологическая идея использования сильнонабухающих полимерных гидрогелей (СПГ) для фиксации в ризосфере современных средств защиты растений (СЗР) совместно с локальной оптимизацией водоудерживающей способности и водно-корневого питания в почве. Эта разработка направлена именно на защиту уязвимого для патогенов корнеобитаемого слоя почвы, в котором формируется урожай картофеля. На текущем этапе поисковых исследований ставилась цель испытания эффективности технологии в полевых условиях с использованием патентованных российских гидрогелей нового поколения [7, 8] и современных СЗР в виде наночастиц, ионов серебра и органического фунгицида Квадрис.

Объекты и методы. Эксперименты проводились в гумидных климатических условиях на четырех объектах в г. Москве и ближнем Подмосковье и одном объекте в г. Перми. Базовый объект № 1 в ЗАО г. Москвы расположен на слабоокультуренных дерново-подзолистых супесчаных почвах, подстилаемых песчаным аллювием. На нем испытывался податливый к фитофторозу вегетативных органов сорт Ред Скарлетт в двух вариантах семян – сильно зараженные (40–50 %) комплексом патогенов (серебристая парша *Helminthosporium solani*, антрактос *Colletotrichum coccoides*, фузариоз *Fusarium* sp., резиновая гниль *Geototrichum candidum*, бактериальная гниль *Pectobacterium* sp. – анализ выполнен во ВНИИ Фитопатологии) и условно-чистые клубни с небольшим (4–5 %) заражением серебристой паршой.

Объект № 2 (г. Пермь) на сильноокультуренной агросерой супесчаной почве включал опыты с сортами Ред Скарлетт и Родриго (клубни без признаков поражения). Дополнительные испытания в Московском регионе проводились во ВНИИ картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха (объект № 3, сорт Метеор) с сильноокультуренными супесчаными (легкосуглинистыми) дерново-подзолистыми почвами, в УОПЭЦ МГУ «Чашниково» (объект № 4, сорт Удача) на среднесуглинистых окультуренных дерново-подзолистых почвах и в Клинском р-не Московской области на глинистой неокультуренной дерново-подзолистой почве расширенной многолетней залежи (сорт Красавчик).

На рандомизированных делянках площадью до 0,03 га испытывались в качестве носителей СЗР два типа гидрогелей (опытная продукция ООО «Уральский химический завод» по нашим патентованным технологиям [7, 8]) – гидрофильный (ВУМ–0) и амфифильный (ПМ–1) с концентрациями СЗР: фунгицид Квадрис (ООО «Сингента») – 20, 100, 500 ppm, ионное серебро (нитрат х/ч) – 20, 100, 500 ppm, наночастицы серебра (опытная продукция ГК «АгроХимПром») – 20, 50, 200 ppm. Композиции вносились в набухшем состоянии (200–400 г/г) вручную в дозах 0,5 и 1 л/куст при посадке клубней. В процессе эксперимента осуществлялся комплексный мониторинг метеоусловий, почвенных режимов и параметров продукционного процесса по методикам [10, 19]. Анализ зараженности клубней проводился во ВНИИ Фитопатологии по специальной методике с предварительной 4-недельной инкубацией увлажненных клубней в герметично закрытых полиэтиленовых пакетах для создания оптимальных условий развития патогенной микрофлоры. Статистическая и математическая обработка результатов осуществлялась согласно руководству [2].

Результаты и обсуждение. Наиболее значимый для технологии результат достигнут на базовом объекте № 1, где удалось получить урожай нормативно чистой продукции из исходно сильно зараженных (40–50 %) комплексом патогенов клубней. При этом урожай (за исключением композиций с Квадрисом) превысил на 100–200 % таковой на контроле из пораженных семян ($17,1 \pm 8,6$ т/га) и на 10–60 % на контроле ($39,2 \pm 4,9$ т/га) из хороших семян (супер элита с опытной станции МСХА им. К. А. Тимирязева) (рисунок 1).

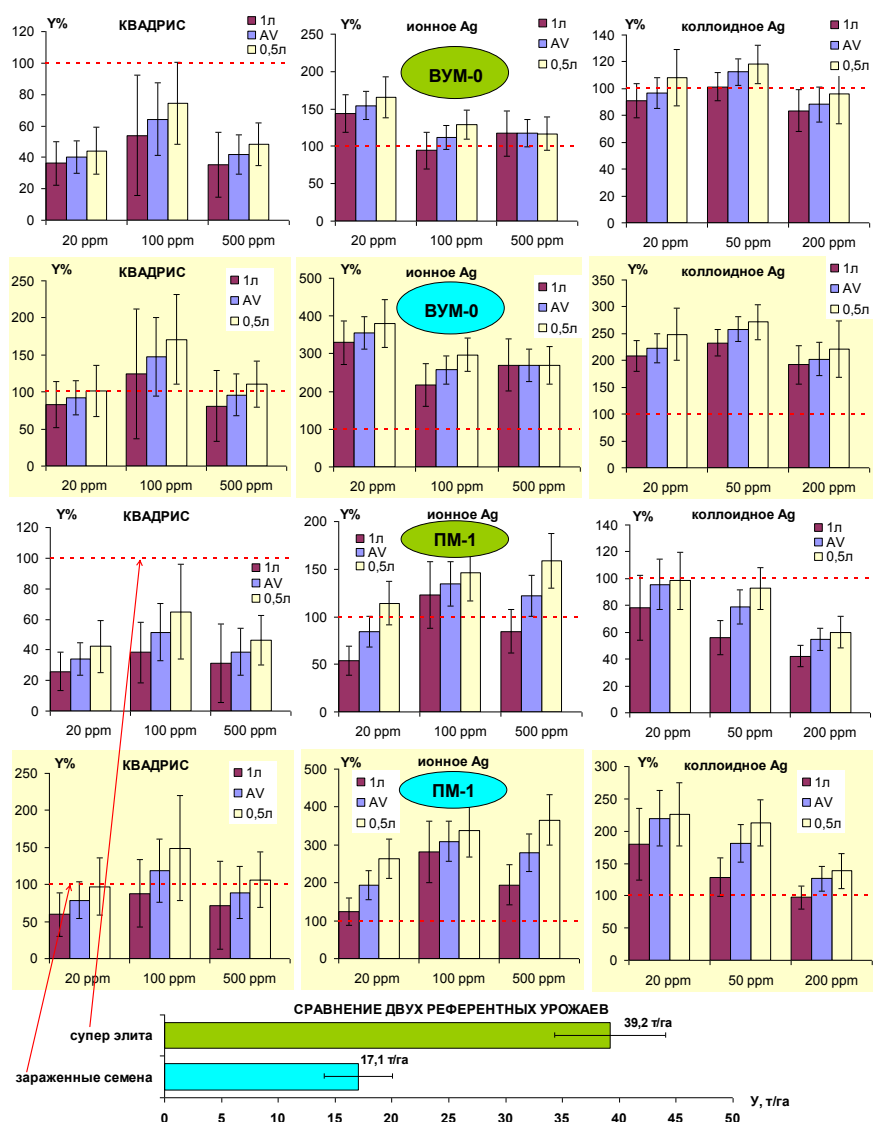


Рисунок 1 – Результаты урожая на объекте № 1 под воздействием защитных ризосферных композиций и качества семян картофеля (сорт Ред Скарлетт).

Композиции обеспечили 100 % защиту клубней от фитофтороза, несмотря на массовую вспышку этого заболевания и поражение надземной фитомассы (рисунок 2). Они образовали своеобразную биокапсулу в ризосфере, в которой сосредотачивалось основное количество сосущих корней, а впоследствии появлялись клубни (рисунок 2).

В вариантах с исходно сильно зараженным (40–50 %) посевным материалом новый урожай под действием защитных композиций содержал не более 4–5 % эпифитных патогенов (серебристая парша и признаки фузариозно-бактериальной гнили), тогда как на контроле степень поражения достигала 80–100 %, причем гниль распространилась с поверхности на весь материал. Визуальная оценка поражения клубней при использовании защитных ризосферных композиций не превысила 1–2 % при 80–100 % поражении фитофторозом надземной фитомассы в случае композиций с наночастицами серебра, 30–50 % для ионного серебра и 10–30 % для препарата Квадريس, которые в отличие от наночастиц серебра продемонстрировали трансламинарный эффект и смогли защитить надземные части растений. Урожайность на объекте № 2 (Пермь) для оптимальных доз композиций (0,5 л/куст) и концентраций СЗР в них (100 ppm) превысила на 20–40 % контрольные величины (26,7±5,8 т/га для сорта Ред Скарлетт и 13,9±3,4 т/га для сорта Родриго) (рисунок 3).



Рисунок 2 – Развитие фитофтороза ботвы и защитные биокапсулы из гидрогеля в ризосфере картофеля.

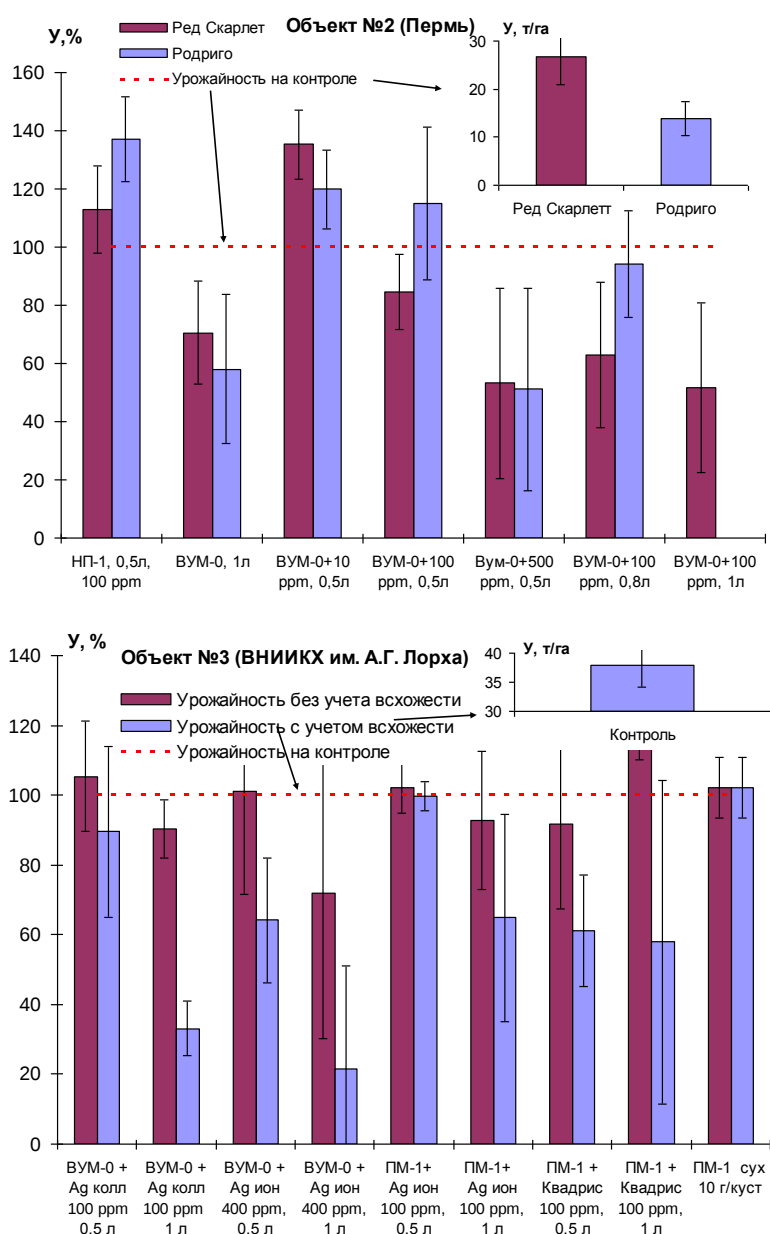


Рисунок 3 – Урожай картофеля на объектах № 2 и № 3 под воздействием защитных гидрогелевых композиций (сорта Ред Скарлетт, Родриго, Метеор).

На объекте №3 (ВНИИ КХ им. А. Г. Лорха) на окультуренных почвах урожайность по массе клубней среднестатистического куста для вариантов композиций в оптимальных дозах достоверно не отличалась от контроля ($37,9 \pm 3,8$ т/га, сорт Метеор), превышая его в среднем на 5–15 %, а по фактической всхожести с учетом сильного (до 30–50 % и более) угнетения прорастания посадочного материала из-за локального анаэробнобиоза в гидрогелях была ниже на 30–50 %. На среднесуглинистых почвах (объект № 4) и глинах (объект № 5) локальный анаэробнобиоз в ризосфере с гидрогелями достиг максимальной степени, в результате чего средняя урожайность не превысила $9,6 \pm 4,8$ т/га на фоне $14,0 \pm 3,8$ т/га на контрольных делянках (сорт Удача). Морфометрические измерения выявили статистически достоверное увеличение (до 1,5–2 раз) длины корней под воздействием гидрогелевых композиций, за исключением препарата Квадрис. Наиболее эффективными в условиях аномально влажного сезона 2018 г. оказались амфифильные композиции ПМ–1 при средних концентрациях СЗР на основе серебра (100 ppm) и малых дозах внесения – 0,5 л/куст. Высокие дозы (400–500 ppm), а в случае Квадриса и относительно небольшие концентрации (20 ppm) могут значительно подавлять рост самих растений и снижать урожайность клубней картофеля.

Достоинством композиций на основе Квадриса и ионов серебра является транслярный эффект, благодаря которому эти варианты смогли дольше сопротивляться фитофторозу наземных вегетирующих органов. Наночастицы не обладают транслярным эффектом, но композиции на их основе надежно защищают клубни от множественных патогенов в рабочих концентрациях 20–50 ppm, а также стимулируют урожайность картофеля.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке РНФ (грант № 16–16–04014).

Авторы сердечно благодарят зав. Отделом болезней картофеля и овощных культур ВНИИ Фитопатологии М. А. Кузнецову с сотрудниками за фитопатологическую экспертизу посевного материала и опытного урожая.

ЛИТЕРАТУРА

11. Анисимов Б. В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев и др. – М. : Картофелевод. – 2009. – 272 с.
12. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар : Изд-во КубГАУ. – 2015. – 312 с.
13. Зейрук В. Н. Сорт – главное звено адаптивной технологии возделывания картофеля / В. Н. Зейрук, М. К. Деревягина, С. В. Васильева, В. М. Глез // Защита картофеля. – 2014. – № 1. – С. 8–9.
14. Иванюк В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 696 с.
15. Лазарев А. М. Бактериальные болезни картофеля: диагностика и меры борьбы / А. М. Лазарев, И. П. Борисова // Сельскохозяйственные вести. – 2010. – 4. – С. 22–24.
16. Мыца Е. Д. Новый препарат Зерокс – оценка фунгицидного и бактерицидного эффекта *in vitro* / Е. Д. Мыца, С. Н. Еланский, Л. Ю. Кокаева и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28. – № 12. – С. 16–19.
17. Патент на изобретение RU №2536509 от 27.12.2014.
18. Патент на изобретение RU №2639789 от 22.12.2017.
19. Побединская М. А. Эффективность некоторых фунгицидов в отношении возбудителей болезней картофеля: оценка *in vitro* / М. А. Побединская, С. Н. Еланский // Защита картофеля. – 2014. – № 1. – С. 71–72.
20. Смагин А. В. Теория и практика конструирования почв / А. В. Смагин. – М. : Изд-во Моск. Ун-та. – 2012. – 544 с.
21. Смагин А. В. Картофелеводство в России: основные проблемы и поиск научно-технологических решений / А. В. Смагин // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 14–19.

22. Фасулати С. Р. Успехи учреждений северо-запада России в селекции сортов картофеля, устойчивых к вредным организмам / С. Р. Фасулати, А. М. Лазарев, О. В. Иванова и др. // Защита картофеля. – 2014. – № 1. – С. 65–68.
23. Advances and Applications Through Fungal Nanobiotechnology. / Ed. R. Prasad. Springer Int. Publ., Switzerland. – 2016 – 583 p. DOI 10.1007/978-3-319-42990-8_8.
24. Kim S. W. Antifungal effect of silver nanoparticles (AgNPs) against various plant pathogenic fungi. / S. W. Kim, J. H. Jung, K. Lamsal, Y. S. Kim, J. S. Min, Y. S. Lee // Mycobiology. – 2012. – V. 40(1). – P. 53–58.
25. Sawicka B. Effect of varietal resistance and chemical protection on the potato late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) development / B. Sawicka, J. Kapsa // Potato Research. – 2001. – V. 44(3). – P. 303–304.
26. Smagin A. V. Thermodynamic Evaluation of the Impact of Strongly Swelling Polymer Hydrogels with Ionic Silver on the Water Retention Capacity of Sandy Substrate / A. V. Smagin // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – V. 52, № 012087. – P. 1–7. DOI 10.1088/1755-1315/52/1/012087.
27. Smagin A. V. New amphiphilic hydrogel and its effect on water retention characteristics of the soil substrate in the presence of silver / A. V. Smagin, V. I. Budnikov, M. V. Smagina, N. B. Sadovnikova, A. S. Bashina // The North Caucasus Ecological Herald – 2016. – Vol. 12. – № 4. – P. 4–10. <http://ecokavkaz.ru/en/>.
28. Smagin A. V. Laboratory testing of fungicidal and antibacterial properties of the gel-silver compositions / A. V. Smagin, G. B. Kolganina, M. V. Smagina, N. B. Sadovnikova, A. Y. Gulbe // The North Caucasus Ecological Herald. – 2017. – V. 13, № 3. – P. 13–18. <http://ecokavkaz.ru/en/>.
- Vasenev V. I. Urban Soil's Functions: Monitoring, Assessment, and Management / V. I. Vasenev, A. V. Smagin, N. D. Ananyeva, et al. // in Adaptive Soil Management: From Theory to Practices eds.: Rakshit A., Abhilash P. C., Singh H. B., Ghosh S. Springer, Singapore. – 2017. – P. 359–409. DOI: 10.1007/978-981-10-3638-5.

УДК 631.4

МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ С РИЗОСФЕРНЫМИ ГЕЛЕВЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ ДЛЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

- Смагин Андрей Валентинович**, профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», в. н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, smagin@list.ru
- Васенев Вячеслав Иванович**, кандидат биологических наук, доцент ФГАО ВО «Российский университет дружбы народов», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, www.ilan.ras.ru
- Садовникова Надежда Борисовна**, кандидат биологических наук, н. с. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, www.ilan.ras.ru
- Будников Виктор Иванович**, кандидат технических наук, ООО Научно-исследовательский и проектный институт «Современные технологии», Россия, г. Пермь, ФГБУН «Институт лесоведения РАН», г. Москва, f1448@yandex.ru
- Гульбе Анастасия Яковлевна**, кандидат биологических наук, ученый секретарь, ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, Московская обл., www.ilan.ras.ru
- Смагина Марина Валентиновна**, кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, Московская обл., www.ilan.ras.ru
- Черкашина Надежда Федоровна**, кандидат биологических наук, с.н.с. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», УППЭЦ «Чашиково», Россия, Московская обл., nonachka41@yandex.ru

Башина Алевтина Сергеевна, аспирант ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», инж. ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, www.ilan.ras.ru

Приведены результаты комплексного мониторинга метеопоказателей и почвенно-экологических режимов (температурного, водно-воздушного, кислотно-щелочного, солевого, биологической активности) в полевых экспериментах по выявлению эффективности гелевых композиций для противопатогенной защиты и оптимизации ризосферы картофеля. Композиции способствовали 1,5–3-кратному увеличению степени увлажнения и биологической активности (дыхания) корнеобитаемого слоя при повышении актуальной кислотности и трансламинарном эффекте защитных компонентов, что положительно сказалось на урожайности и устойчивости клубней в случае грубодисперсных почв. Для тяжелых почв в условиях экстремально дождливого года было выявлено переувлажнение и анаэробизис ризосферы с угнетением прорастания клубней и роста картофеля.

Ключевые слова: картофелеводство, почва, ризосфера, защитные гелевые композиции, температура, влажность, pH, дыхание почвы.

MONITORING OF SOIL-ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS IN FIELD EXPERIMENTS WITH RISOSPHERIC GEL COMPOSITIONS FOR POTATO-GROWING

***Smagin A. V., Vasenev V. I., Sadovnikova N. B., Budnikov V. I., Gulbe A. J.,
Smagina M. V., Cherkashina N. F., Bashina A. S.***

The results of complex monitoring of meteorological indicators and soil-ecological regimes (temperature, water-air, acid-base, salt, biological activity) in field experiments to identify the effectiveness of gel compositions for antipathogenic protection and optimization of potato rhizosphere are given. The compositions promoted a 1.5-3-fold increase in the degree of moistening and biological activity (respiration) of the root layer, with an increase in the actual acidity and the trans-laminar effect of the protective components, which had a positive effect on yields and tuber stability in the case of coarse-textured soils. For heavy soils under extremely rainy conditions, re-moistening and anaerobiosis of the rhizosphere with inhibition of germination of tubers and growth of potatoes have been revealed.

Keywords: potato growing, soil, rhizosphere, protective gel compositions, temperature, humidity, pH, soil respiration.

Введение. Погодные условия и связанные с ними мобильные почвенно-экологические характеристики (режимы функционирования) нередко оказывают определяющее воздействие на урожайность сельскохозяйственных культур и их поражение патогенной микрофлорой. Оперативный контроль этих характеристик является важным звеном в комплексной стратегии формирования урожая и его противопатогенной защиты в современных системах интенсивного земледелия. Для его проведения разработаны оптимальные критерии и нормативы, а также предложены наиболее эффективные современные технические средства инструментального, часто полностью автоматизированного мониторинга [1, 4, 7]. Цель данного исследования состоит в получении и анализе информации о мобильных метеопараметрах и почвенно-экологических режимах (температурном, водно-воздушном, кислотно-щелочном, солевом, биологической активности) в связи с продукционным процессом и устойчивостью к патогенной микрофлоре в экспериментальных посадках картофеля под воздействием ризосферных композиций на основе гидрофильного геля ВУМ-0, амфифильного ПМ-1 (авторские патенты [2, 3]) с ионным, коллоидным серебром и фунгицидом Квадрис, защищающими и оптимизирующими корнеобитаемый слой почвы [5, 6].

Объекты и методы. Характеристика объектов исследования и используемых гидрогелевых препаратов дана в авторской публикации настоящего сборника «Полевые эксперименты по влиянию ризосферных гелевых композиций на урожайность и защиту картофеля от патогенной микрофлоры». Методики комплексного почвенно-экологического мониторинга содержатся в наших публикациях [4, 7]. Для автоматизированного контроля гидротермических метеопараметров использовались программируемые датчики DS1923, мониторинг влажности почв и кислотности (pH) осуществлялся приборами-тестерами AMTAST AMT-300 (КНР), электропроводность измерялась портативными кондуктометрами HI DIST WP, анализ почвенного дыхания осуществлялся методом закрытых камер в авторской модифика-

ции на базе высокочувствительного датчика CO₂ AZ7722 (КНР), вынос из ризосферы ионов серебра, как наиболее мобильного компонента гидрогелевых композиций, и его трансмембранный эффект оценивался ионометрией (прибор АНИОН с ион-селективным электродом ХС-Ag-001) и неразрушающим XRF-контролем (анализатор OLYMPUS Vanta), впервые примененным с этой целью в агропочвоведении и агроэкологии.

Результаты и обсуждение. Анализ данных автоматизированного мониторинга гидротермических показателей атмосферы и почвы для вегетационного сезона 2017 г. на базовом объекте в ЗАО г. Москвы (рисунок 1) дал варьирование температуры (Т) от 2,6 до 35,1 °С при средней за весь период величине 16,7±6,0 °С, а для относительной влажности воздуха (RH %) – размах от 16 до 100 % при средней величине RH 79,0±20,2 %, что означало высокую вероятность развития влаголюбивой патогенной микрофлоры, включая фитофтороз. Результаты мониторинга относительной влажности почвенного воздуха, а также индекса водно-воздушного режима (W/Ws, W – влажность, Ws – полная влагоемкость почвы) на всех объектах в слое гидрогелевых композиций дали величины RH % 85–100 % и W/Ws 0,2–1,0 при доминировании значений W/Ws 0,6–0,9 на фоне значительно более низких (в 1,5–2 раза и более) показателей влажности RH % 31–100 % и W/Ws 0,1–0,6 на контроле и в верхнем слое почвы над гидрогелевой композицией (рисунки 1, 2).

Общая тенденция 1,5–3-кратного превышения индекса W/Ws для слоя с гидрогелевыми композициями по сравнению с контролем свидетельствовала об аналогичном увеличении количества доступной влаги и, соответственно, потенциальной продуктивности. Однако нередко, особенно для гидрофильных композиций ВУМ-0, при этом величины W/Ws превышали отметку в 0,9 единиц, что указывало, согласно грациям [4, 7], на нехватку аэрации и возможное развитие анаэробного процесса. В результате спрогнозированные из расчета среднесезонной нормы осадков дозы СПГ и способ сплошного (без перемешивания с минеральной массой) внесения гидрогелевых композиций оказались в условиях реального аномально влажного года не оптимальными. В случае почв тяжелого гранулометрического состава (объект № 5) практически постоянное состояние переувлажнения (W/Ws>0,9) корнеобитаемого слоя с гидрогелевыми композициями вызвало сильное угнетение всхожести и гибель (загнивание) посадочного материала.

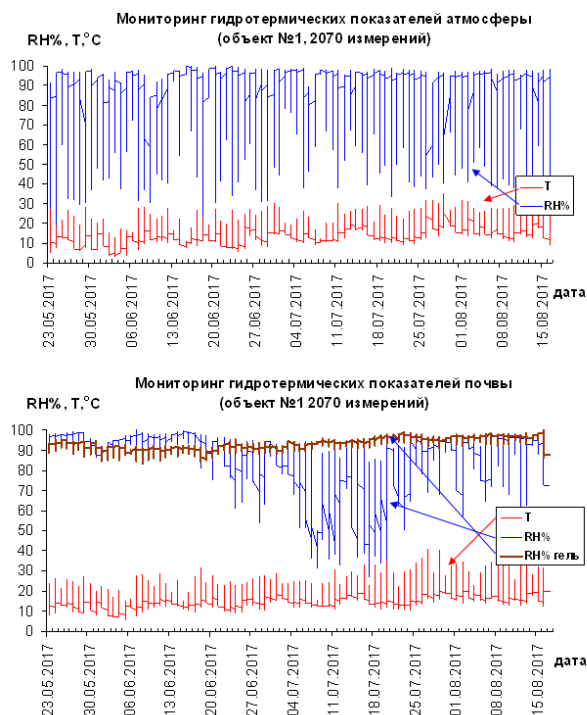


Рисунок 1 – Фрагмент автоматизированного мониторинга гидротермических показателей атмосферы и почвы на базовом объекте в ЗАО г. Москвы.

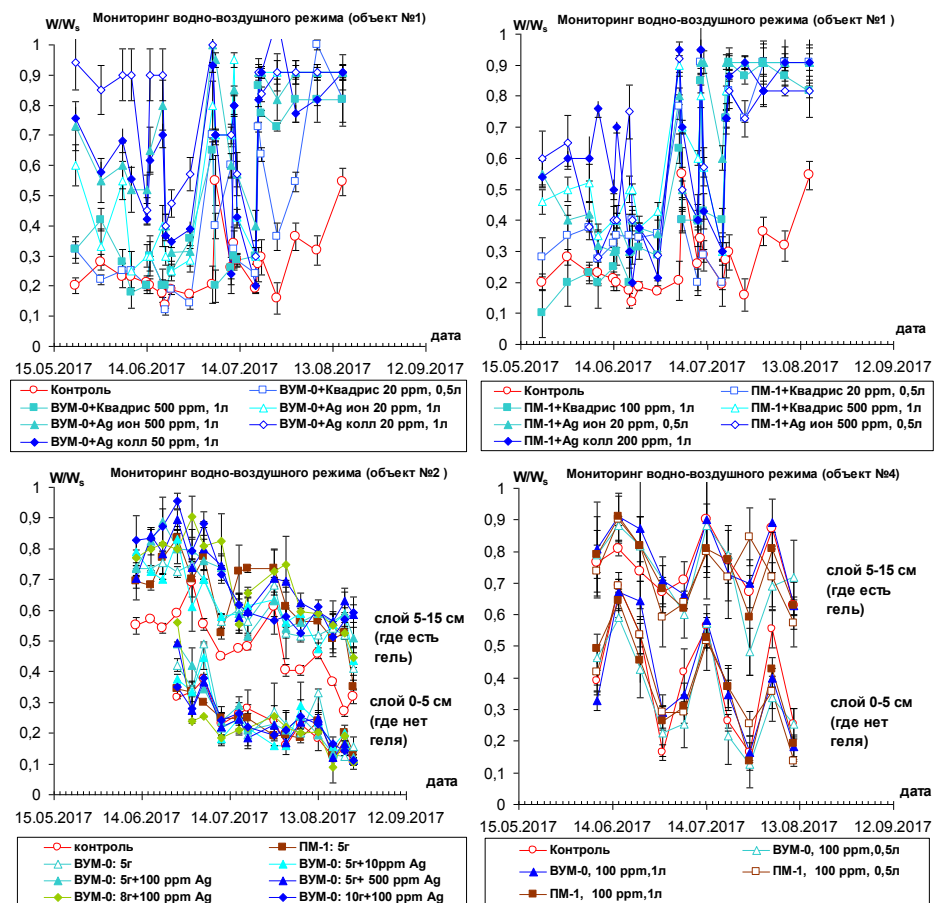


Рисунок 2 – Фрагмент мониторинга индекса водно-воздушного режима почв

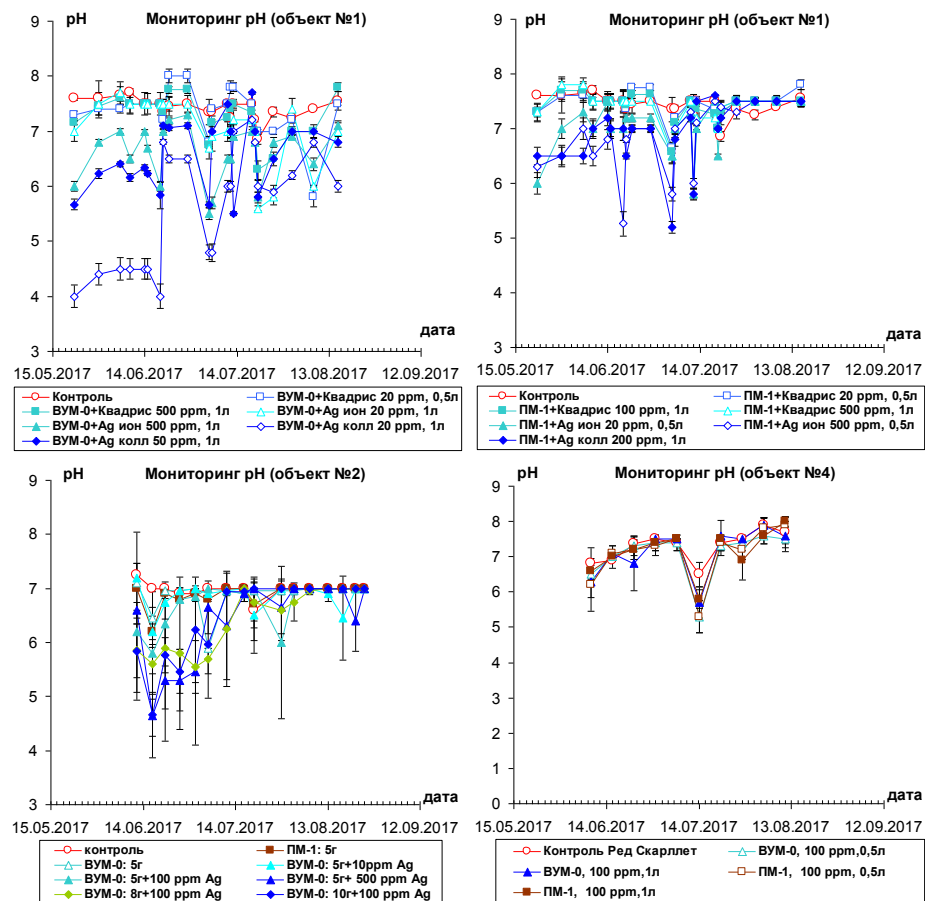


Рисунок 3 – Фрагмент мониторинга кислотно-щелочного режима почв

На других объектах с суглинистыми почвами и/или подпочвами (№ 3, № 4) этот фактор также привел к задержке прорастания клубней, снижению всхожести (до 30–50 % и более) и общей суммарной потере в урожайности при пересчете на площадь, несмотря на превышение веса клубней среднестатистического куста по сравнению с контрольными вариантами. И лишь на легких почвах удалось получить запланированный эффект увеличения урожайности в 1,5–2 раза. Также в ходе мониторинга была выявлена тенденция повышения актуальной кислотности – снижения pH от 0,3 до 1,3 единиц для амфифильных композиций ПМ-1 и от 0,3 до 3,0 единиц для гидрофильных композиций ВУМ-0, что, вероятнее всего, связано с дыханием корней, аборигенной микрофлоры и растворением выделяющегося при этом CO₂ в гидрогеле. Осредненные величины почвенного дыхания составили ряд величин в мгСО₂/(м²час): контроль – 367,8±120,7; композиции с препаратом Квадрис – 499,1±121,6; с ионным серебром – 740,0±175,3; с коллоидным – 956,7±774,5.

Мониторинг солевого состояния по электропроводности не дал сколь-нибудь существенных изменений этой характеристики в процессе эксперимента. Ввиду того, что в почвах экспериментальных объектов в течение вегетационного сезона электропроводность не превышала 0,5–1 дСм/м, а уровень очень слабой степени засоления начинается с 2 дСм/м, в дальнейшем этот показатель был исключен из рассмотрения, но он может быть очень информативным при исследованиях на засоленных почвах с поливным земледелием для диагностики вторичного засоления и аккумуляции солей в почве, от концентрации которых линейно снижается урожайность растений и резко подавляется способность большинства гидрогелей к набуханию (удержанию влаги) [4, 7]. Балансовая оценка выщелачивания серебра и из слоя с защитными ризосферными композициями за первый год наблюдений не дала значений, статистически достоверно отличных от нуля (аналитического предела обнаружения в 0,01 ppm). Однако, был обнаружен эффект накопления ионов серебра в корнях, надземной фитомассе и плодах (ягодах) картофеля (фитоэкстракция из почвы), который необходимо учитывать при составлении баланса СЗР. Трансламинарный эффект был впервые доказан количественно точечным (локальным) анализом содержания серебра в ботве, клубнях и зеленых плодах (ягодах) с помощью XRF-технологии (рисунок 4).

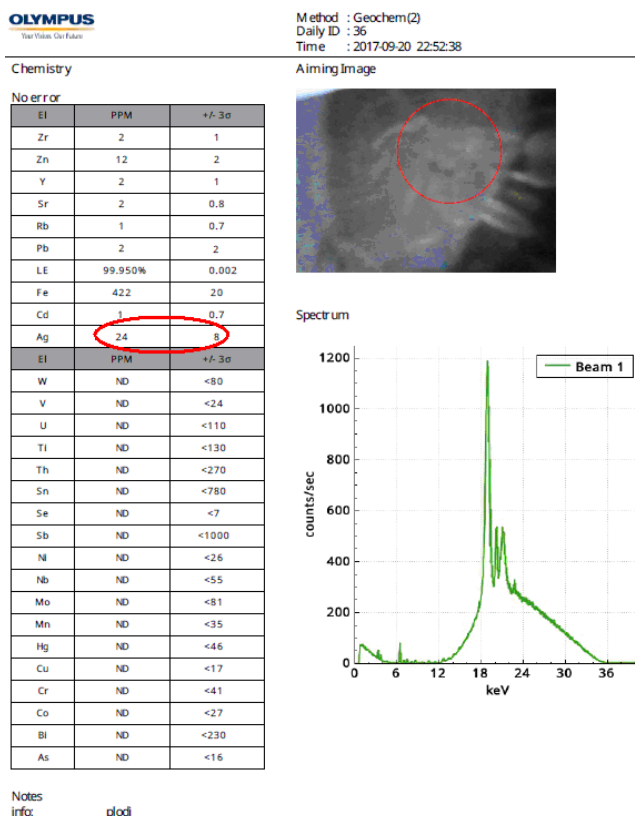


Рисунок 4 – XRF-диагностика трансламинарного эффекта для ионов серебра (содержание в зеленых плодах (ягодах) сорта Ред Скарлетт 20±8 ppm)

Этот эффект задержал на неделю развитие фитофтороза вегетирующих органов в варианте с ионным серебром, по сравнению с контролем и коллоидным серебром, по-видимому, не способным к активному поглощению корнями и транспорту внутри растения. Сканирующий послойный XRF-анализ (глубина проникновения не более 1 мм) показал аккумуляцию серебра лишь на поверхности в кожуре клубней (до 30 ppm), при отсутствии проникновения внутрь, тогда как в ягодах оно распределялось практически равномерно. Наличие защитного покрытия на поверхности клубней, по-видимому, адсорбированного из гидрогелевых композиций серебра, должно быть основным фактором, предохраняющим клубни от гниения в течение срока их хранения, что в будущем надлежит проверить в отдельных экспериментах.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке РНФ (гранты № 16-16-04014 и 17-77-20046) . Авторы сердечно благодарят ведущих специалистов Olympus Moscow LLC Владимира Вермуса и Олега Немурова за возможность использования в работе XRF-анализатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы экологического мониторинга / Под ред И. С. Белюченко, А. В. Смагина. – Краснодар : КубГАУ. – 2012. – 252 с.
2. Патент на изобретение RU №2536509 от 27.12.2014.
3. Патент на изобретение RU №2639789 от 22.12.2017.
4. Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв – М. : Изд-во Моск. Ун-та. – 2012. – 544 с.
5. Smagin A. V. New amphiphilic hydrogel and its effect on water retention characteristics of the soil substrate in the presence of silver / A. V. Smagin, V. I. Budnikov, M. V. Smagina, N. B. Sadovnikova, A. S. Bashina // The North Caucasus Ecological Herald – 2016 . – Vol.12. – № 4. – P. 4–10. <http://ecokavkaz.ru/en/>.
6. Smagin A. V. Laboratory testing of fungicidal and antibacterial properties of the gel-silver compositions / A. V. Smagin, G. B. Kolganikhina, M. V. Smagina, N. B. Sadovnikova, A. Y. Gulbe // The North Caucasus Ecological Herald. – 2017. – V. 13, № 3. – P. 13–18. <http://ecokavkaz.ru/en/>.
7. Vasenev V. I. Urban Soil's Functions: Monitoring, Assessment, and Management / V. I. Vasenev, A. V. Smagin, N. D. Ananyeva et al. // in Adaptive Soil Management: From Theory to Practices eds.: Rakshit A., Abhilash P. C., Singh H. B., Ghosh S. Springer, Singapore. – 2017. – P. 359-409. DOI: 10.1007/978-981-10-3638-5.

УДК 631.4

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БИОМАССЫ КАРТОФЕЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РИЗОСФЕРНЫХ ГЕЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

- Садовникова Надежда Борисовна**, кандидат биологических наук, н. с. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, www.ilan.ras.ru
- Смагин Андрей Валентинович**, профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», в. н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, smagin@list.ru
- Будников Виктор Иванович**, кандидат технических наук, ООО Научно-исследовательский и проектный институт «Современные технологии», Россия, г. Пермь, ФГБУН «Институт лесоведения РАН», г. Москва, f1448@yandex.ru
- Смагина Марина Валентиновна**, кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, Московская обл., www.ilan.ras.ru
- Гульбе Анастасия Яковлевна**, кандидат биологических наук, ученый секретарь, ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, Московская обл., www.ilan.ras.ru

Анализируются результаты статистической обработки морфометрических показателей роста надземной фитомассы и урожая картофеля при использовании гидрогелевых композиций для защиты и оптимизации корневой зоны почвы. Выявлены статистически достоверные связи урожая

клубней с высотой и диаметром кустов, а также соответствие кинетики роста фитомассы логистической модели с мальтузианским параметром $r=0,11-0,16$ 1/сут. Наилучшие показатели роста отмечены для композиций на основе инновационного гидрогеля ПМ-1 с амфифильным наполнителем полимерной матрицы в виде диспергированного торфа. Обсуждается роль варьирования влажности клубней в оценке урожая картофеля.

Ключевые слова: картофелеводство, почва, ризосфера, защитные гелевые композиции, морфометрия, кинетика роста, влажность клубней.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS AND REGULARITIES OF POTATO BIOMASS FORMATION UNDER INFLUENCE OF RIZOSPHERIC GEL COMPOSITIONS

Sadovnikova N. B., Smagin A. V., Budnikov V. I., Smagina M. V., Gulbe A. J.

The results of statistical processing of morphometric growth indices of overground phytomass and potato yield under impact of hydrogel compositions for protection and optimization of the root zone of the soil are analyzed. The statistically reliable relationships of the tuber yield with the height and diameter of the bushes have been revealed, as well as the correspondence of the phytomass growth kinetics of the logistic model with the Malthusian parameter $r = 0,11-0,16$ 1/day. The best growth rates were noted for compositions based on the innovative PM-1 hydrogel with an amphiphilic filler of polymer matrix in the form of dispersed peat. The role of varying the moisture content of tubers in assessing potato yield is also discussed.

Keywords: potato growing, soil, rhizosphere, protective gel compositions, morphometry, growth kinetics, tuber moisture.

Введение. Формирование урожая определяется комплексом факторов, среди которых важная роль отводится генетически запрограммированному для каждого сорта исходному потенциалу сельскохозяйственной культуры и почвенно-экологическим условиям его реализации. Фенологические наблюдения и морфометрия роста фитомассы позволяют выявить закономерности потенциального роста культуры и влияния на него тех или иных внешних факторов, включая использование химических удобрений и средств защиты растения. В этой связи целью исследования был выбран статистический и математический анализ закономерностей роста надземной фитомассы и формирования урожая картофеля в экспериментальных посадках с внесением ризосферных гелевых композиций с современными средствами защиты растений (СЗР) для корнеобитаемого слоя почвы [7, 8].

Объекты и методы. Характеристика объектов исследования дана в авторской публикации настоящего сборника «Полевые эксперименты по влиянию ризосферных гелевых композиций на урожайность и защиту картофеля от патогенной микрофлоры». Для приготовления композиций использовались два типа наполненных акриловых гидрогелей: гидрофильный препарат ВУМ-0 и амфифильный ПМ-1 (авторские патенты [2, 3]), в которые внедрялись СЗР на основе наночастиц, ионов серебра и синтетического фунгицида Квадрис, разрешенного для применения на территории РФ способом почвенного внесения. Морфометрия (представительная выборка порядка 1000 кустов) по фенофазам развития картофеля включала измерения высоты и диаметра (средней ширины проективного покрытия) растений, длины их корней; во время уборки урожая определялся сырая масса и число клубней, а также производилась стандартная ступенчатая сушка (90–105 °С) для оценки содержания в них влаги, которое в отличие от [5] рассчитывалось как отношение массы воды (m_w) к массе сухого вещества (m_s): $W\% = 100m_w/m_s$. Статистическая и математическая обработка результатов проводилась согласно руководству [1].

Результаты и обсуждение. Морфометрические измерения выявили статистически достоверное увеличение (до 1,5–2 раз) длины корней под воздействием гидрогелевых композиций, за исключением препарата Квадрис, тесную связь высоты (h) и проективного диаметра (D) кустов ($D=0,913h$, $R^2=0,83$) и полное соответствие кинетики роста картофеля в высоту (сорт Ред Скарлетт) модели Ферхюльста-Перла ($R^2=0,98-0,99$) с мальтузианскими параметрами $r=0,11-0,16$ 1/сут (рисунки 1, 2). Этот результат позволяет привлечь к описанию продукционного процесса в зависимости от эдафических факторов более совершенные триггер-

ные (нелинейные) модели, в которых мальтузианский параметр роста соотносится с интенсивностью водоснабжения растений и при критическом значении запасов влаги (осадков) наступает гибель культуры, в отличие от обычного линейного подхода, предполагающего плавное снижение продуктивности с уменьшением осадков (корневого потребления) [4]. Также модель позволяет оценить время реализации потенциального роста фитомассы в высоту, а с учетом тесной связи с диаметром – запасы фитомассы (емкость среды), по достижении которых рост прекращается. Эти характеристики важны для прогнозирования урожайности клубней, а также определения сроков дефолиантной обработки надземной фитомассы как эффективной меры предотвращения болезней и поражения картофеля вредителями согласно современной комплексной стратегии возделывания культуры [6].

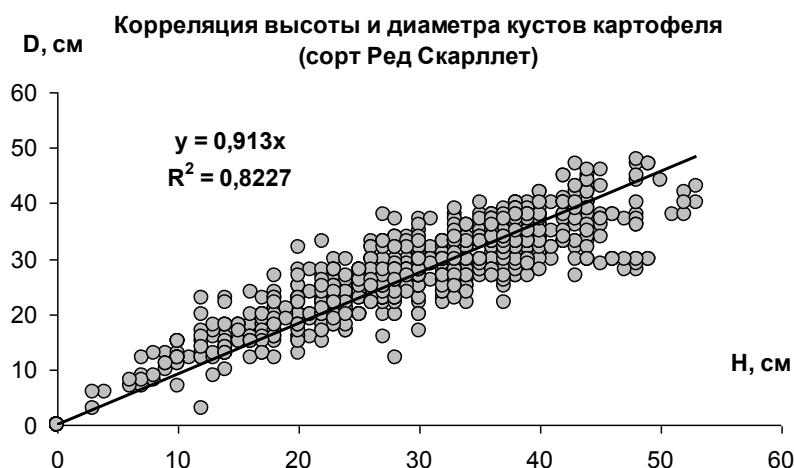


Рисунок 1 – Связь морфометрических показателей роста фитомассы картофеля

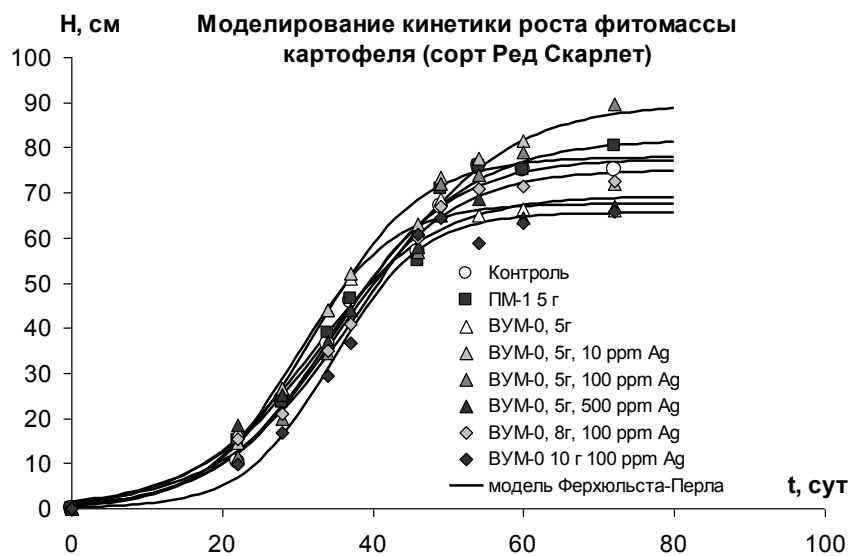


Рисунок 2 – Динамика роста надземной фитомассы в высоту (H) и ее описание кинетической моделью Ферхюльста-Перла

Рост картофеля характеризовался не только пропорциональностью морфометрических характеристик фитомассы, но и определенной связью размеров кустов на стадии цветения (емкости среды по фитомассе) и урожая (рисунок 3).

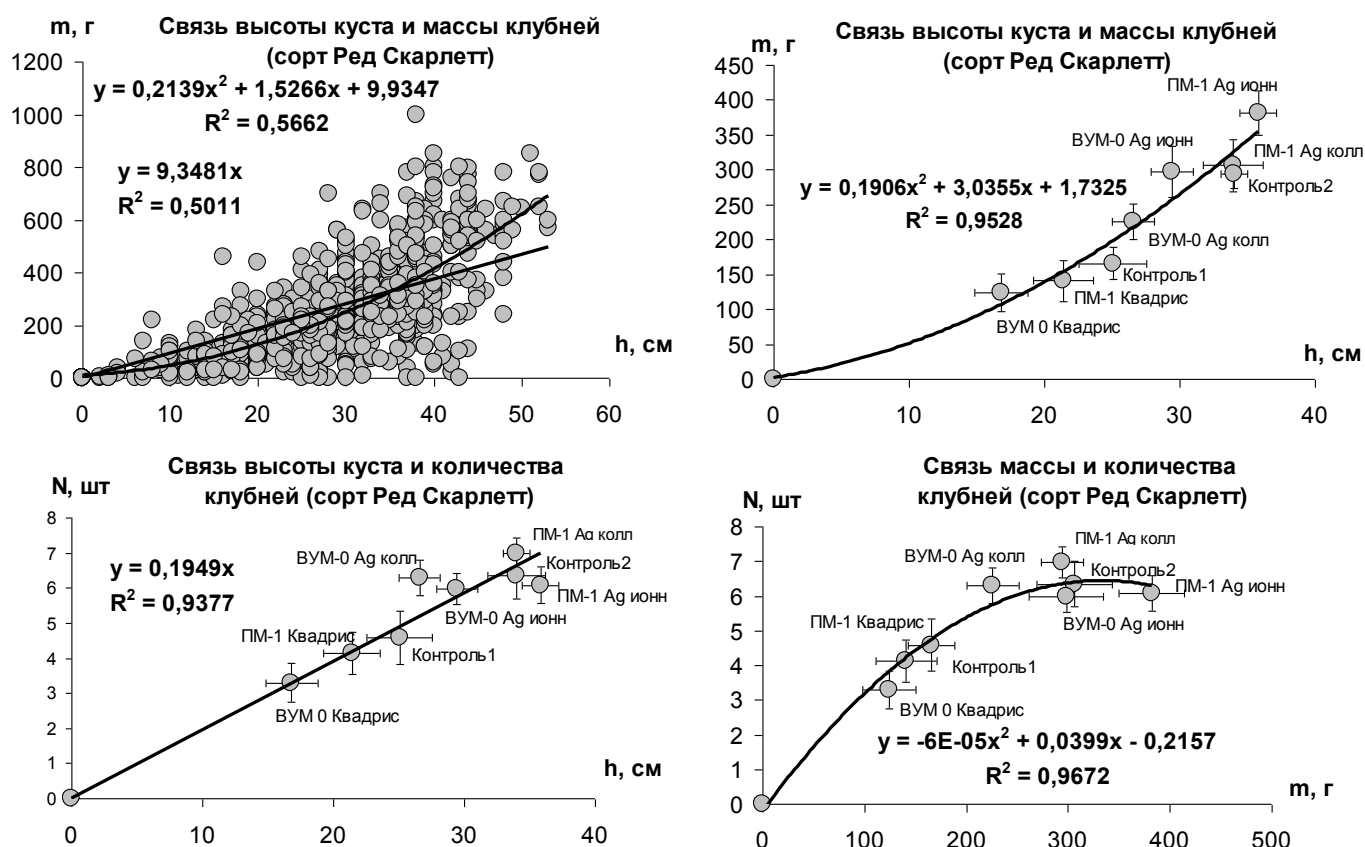


Рисунок 3 – Связи морфометрических показателей и весовых характеристик картофеля под воздействием ризосферных гелевых композиций

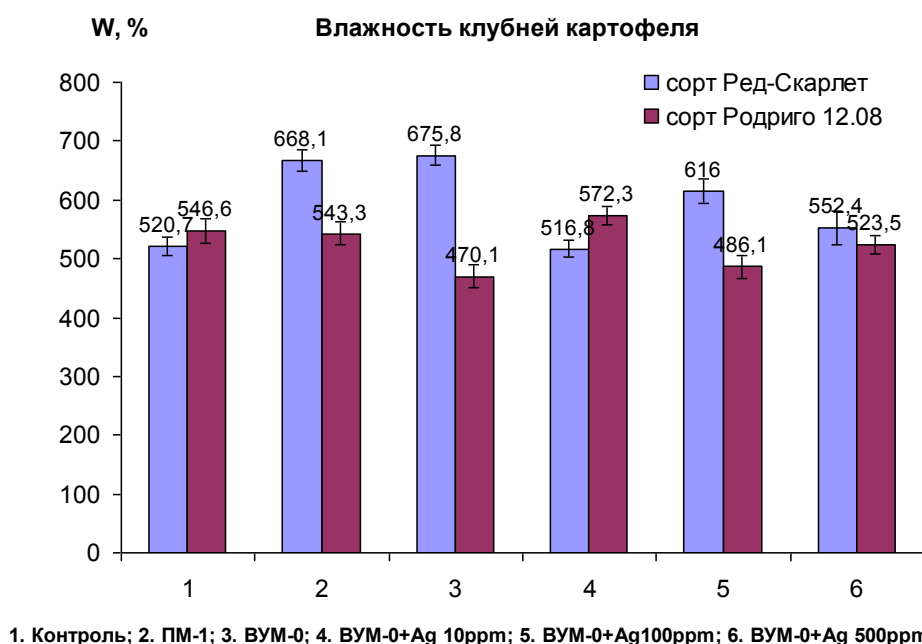


Рисунок 4 – Варьирование весовой влажности (W%) клубней в зависимости от типа и состава гелевых композиций

Анализ общей выборки указал на тесную корреляцию ($r=0,73$ при $n=943$ пары) высоты кустов и массы клубней. Функциональный анализ усредненных по группам данных в зависимости от типа гидрогелевой композиции выявил параболический характер связи между высотой (или эффективным диаметром) и массой сырых клубней, линейную связь высоты и числа клубней на кусте и связь с насыщением (или экстремумом) между массой и числом клубней, полученные на 95 % доверительном интервале (вертикальные и горизонтальные

планки на графиках). Наилучшие показатели роста выявлены для композиций на основе инновационного гидрогеля ПМ-1 [3] с амфифильным наполнителем полимерной матрицы в виде диспергированного торфа.

Влажность клубней на момент уборки варьировала от 470 до 676 % и в целом несколько повышалась при использовании гидрогелей. Разница во влажности между вариантами композиций и между сортами могла достигать 200 %. Высокие абсолютные значения влажности клубней (500–700 %) и возможность их относительного варьирования до 30–40 % ставят серьезную проблему объективной оценки урожайности в картофелеводстве. Так, 500 % влажность означает, что на 1 тонну реальной органической продукции приходится 5 т воды при общей «сырой» массе урожая в 6 т. При увеличении влажности клубней до 700 % получается «кажушаяся» прибавка урожая в 2 т («сырая» масса урожая 8 т), или на $100(8-6)/6=33,3\%$. На самом деле никакого увеличения урожайности не произошло, ведь сухого синтезированного вещества так и осталось 1 т. То же, по-видимому, справедливо и для «кажушихся» потерь, если при хранении клубней возможно их значительное иссушение, что планируется выяснить в дополнительных экспериментах с полученным урожаем разных сортов картофеля.

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант № 16-16-04014).

ЛИТЕРАТУРА

1. Беюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 312 с.
2. Патент на изобретение RU №2536509 от 27.12.2014.
3. Патент на изобретение RU №2639789 от 22.12.2017.
4. Смагин А. В. Нелинейные модели и эффекты конкуренции растений / А. В. Смагин // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2016. – Т. 12. – № 2. – С. 4–17. <http://ecokavkaz.ru/>.
5. Широков Е. Л. Лабораторный практикум по хранению и переработке плодов и овощей / Е. Л. Широков. – М. : Агропромиздат. – 1989.
6. Noaema A. Effectiveness of Protection of Early Potato Cultivars Against Phytophthora infestans Mont De Bary depending on the Protection Strategy / A. Noaema, B. Sawicka, P. Pszczolkowski // J. of Food Science and Technology. – 2017. – V. 6(2). – P. 49–57.
7. Smagin A.V. New amphiphilic hydrogel and its effect on water retention characteristics of the soil substrate in the presence of silver / A. V. Smagin, V. I. Budnikov, M. V. Smagina, N. B. Sadovnikova, A. S. Bashina // The North Caucasus Ecological Herald – 2016. – Vol. 12. – № 4. – P. 4–10. <http://ecokavkaz.ru/en/>.
- Smagin A.V. Laboratory testing of fungicidal and antibacterial properties of the gel-silver compositions / A. V. Smagin, G. B. Kolganikhina, M. V. Smagina, N. B. Sadovnikova, A. Y. Gulbe // The North Caucasus Ecological Herald. – 2017. – V. 13. – № 3. – P. 13–18. <http://ecokavkaz.ru/en/>.

МЕТОДИКА КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ, ДИСПЕРСНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ И ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Смагин Андрей Валентинович, профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», в. н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, smagin@list.ru

Башина Алевтина Сергеевна, аспирант ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», инж. ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, www.ilan.ras.ru

Васенев Вячеслав Иванович, кандидат биологических наук, доцент ФГАО ВО «Российский университет дружбы народов», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, www.ilan.ras.ru

Садовникова Надежда Борисовна, кандидат биологических наук, н. с. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, www.ilan.ras.ru

Комбинация равновесного центрифугирования, динамической и температурной десорбции влаги и ИФК-спектроскопического анализа эмиссии CO₂ позволяет одновременно оценивать в зависимости от содержания влаги в почвах и органических материалах термодинамический потенциал (pF-кривые водоудерживания), эффективную удельную поверхность и биологическую активность (базальное дыхание). Приводятся фундаментальное обоснование, оптимальное приборное обеспечение и краткое описание методики, а также примеры количественного анализа почв и органических почвенных кондиционеров в виде гидрогелей и диспергированного торфа.

Ключевые слова: почва, почвомодификаторы, влажность, термодинамический потенциал, удельная поверхность, базальное дыхание, сорбция.

METHODOLOGY OF COMBINED THERMODYNAMIC ESTIMATION OF WATER-RETENTION, DISPERSION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS AND ORGANIC MATERIALS

Smagin A. V., Bashina A. S., Vasenev V. I., Sadovnikova N. B.

The combination of equilibrium centrifugation, dynamic and temperature desorption of water, and IR-spectroscopic analysis of CO₂ emission makes it possible to simultaneously evaluate the thermodynamic potential (pF-curves of water retention), the effective specific surface and biological activity (basal respiration), depending on the moisture content in soils and organic materials. A fundamental basis, optimal instrumentation and a brief description of the method are given, as well as examples of quantitative analysis of soils and organic soil conditioners in the form of hydrogels and dispersed peat.

Keywords: soil, soil-modifiers, moisture, thermodynamic potential, specific surface area, basal respiration, sorption.

Введение. Диагностика доступности почвенной влаги растениям, моделирование продуктивности, транспорта влаги, растворенных питательных и загрязняющих веществ, круговорота биофильных элементов, включая углеродный баланс, сравнительная оценка эффективности почвенных кондиционеров и многие другие актуальные задачи современной агрофизики и агроэкологии требуют получения количественной информации о дисперсности, основных гидрофизических характеристиках (pF-кривых) водоудерживающей способности и биологической активности почв в зависимости от содержания в них влаги. Традиционно используемые с этой целью прямые агрофизические методы трудоемки, длительны и дорогостоящи, а косвенные (педотрансферные функции) не всегда адекватны и точны для конкретных почвенных объектов [2, 3]. Оптимальное как по доступности оборудования, так и по объему и точности получения информации решение, на наш взгляд, состоит в комбинации методов равновесного центрифугирования [5], динамической десорбции или термодесорбции паров воды [6] и ИФК-спектроскопии [3, 5] для синхронного анализа pF-кривых и биологической активности (базального дыхания) почвенных образцов как функции от влажности, а

также БЭТ-оценки [3, 6] их эффективной удельной поверхности. Работа знакомит с фундаментальной и материально-технической базой предлагаемой комплексной методики, также иллюстрирует ее возможности на конкретных почвенно-экологических примерах.

Описание методики. Для реализации предлагаемой методики в лаборатории необходима центрифуга типа ЦЛН-16 (Россия) со скоростью вращения до 12000–15000 об/мин и небольшим шагом, начиная от малых скоростей (100–200 об/мин), сушильный шкаф (термостат) с возможностью задания и поддержания (± 1 °С) необходимой температуры от комнатной до 105 °С, гигрометр или психрометр и ИФК-анализатор углекислого газа с точностью 1–5 ppm (можно использовать недорогие китайские приборы типа AZ 7722 со встроенными гигрометром и термометром), баллон с газом-носителем (N_2), эксикатор, перистальтический насос, аналитические весы (0,001 г). Перфорированные центрифужные пробирки с почвенными образцами после предварительного насыщения до полной влагоемкости устанавливаются в ротор центрифуги на ватные прокладки, которые периодически меняются по мере скапливания отделяемой центробежным полем влаги, и центрифугируются по 1,5–2 час на разных скоростях, начиная от минимальной (100–200 об/мин). Взвешивая пробирки на каждой стадии, легко рассчитать влажность образцов [3, 4]. Параметры ротора и скорость вращения центрифуги позволяют рассчитать абсолютные значения потенциала (ψ) почвенной влаги (эквивалентного давления P) согласно [4]:

$$\psi \text{ [Дж/кг]} = P \text{ [кПа]} = (0,0055n^2(R_2^2 - R_1^2)\cos\alpha + gh\sin\alpha), \quad (1)$$

где n , [об/мин] – скорость вращения, h [м] – высота образца в вертикально стоящей пробирке; α [рад] – угол наклона ротора; g [м/с²] – ускорение свободного падения, $R_{1,2}$ – расстояния (радиусы) до оси вращения от верхней границы (поверхности) образца и от нижней границы (дна пробирки), [м] (рисунок 1).

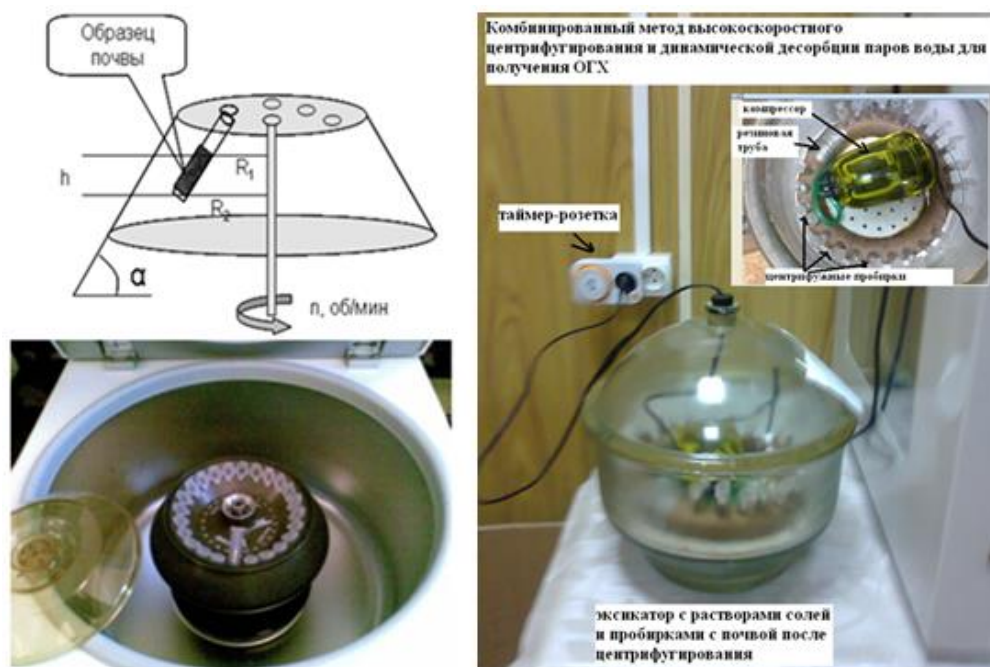


Рисунок 1 – Схема и лабораторные установки комбинированного метода центрифугирования и динамической десорбции влаги.

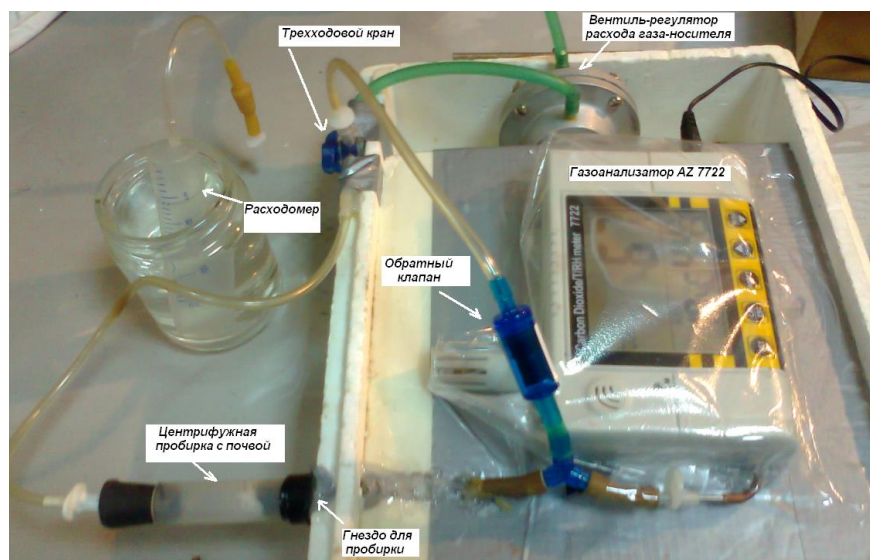


Рисунок 2 – Лабораторная проточная установка для определения базального дыхания почвы в центрифужных пробирках на базе ИФК-анализатора AZ 7722.

На нескольких выбранных стадиях (обычно не менее 5–6, чтобы охватить весь диапазон влажности) пробирки после герметизации с торцов устанавливаются на ночь (10–12 час) в термостат с заданной температурой для инкубации почвы и выделения CO_2 . Накопившийся в процессе инкубации газ определяется ИФК-анализатором, для чего из пробирки берется проба шприцем или (более правильный вариант, учитывающий межфазные взаимодействия CO_2) пробирка с образцом помещается в ток газа-носителя (рисунок 2). Содержание накопленного в образце CO_2 определяется либо по максимальной регистрируемой концентрации, либо точнее – по площади выходной кривой (зависимости концентрации элюируемого инертным газом CO_2 от времени). Базальное дыхание на данной стадии увлажнения рассчитывается как [3, 5]:

$$q = \frac{\Delta X \cdot P \cdot M \cdot V}{R \cdot T \cdot m_s \cdot \Delta t} = \frac{0,536 \cdot \Delta X \cdot V}{(273 + t^\circ\text{C}) \cdot m_s \cdot \Delta t}, \quad (2)$$

где q [$\text{mgCO}_2/(\text{kg} \cdot \text{час})$] – искомая величина дыхания; P , [Па] – атмосферное давление; M [г/моль] – молекулярная масса газа, ΔX [ppm] – разность объемного содержания CO_2 в воздухе пробирки до и после инкубации; V [м^3] – объем воздуха в пробирке (вычисляется заполнением водой) или объем элюата (время на объемную скорость газа-носителя), R [Дж/(моль·К)] – универсальная газовая константа; Δt , [ч] – время инкубации; m_s [кг] – масса сухой почвы, T [К] – абсолютная температура, $t^\circ\text{C}$ – температура в градусах Цельсия. При подстановке значений физических величин R , M и стандартного атмосферного давления, массы почвы m_s в граммах, объема V в мл и температуры в градусах Цельсия возникает числовая константа 0,536, а формула упрощается (правая часть (2)). В проточном варианте с элюированием по выходной кривой возможен расчет адсорбированного и растворенного CO_2 , согласно методике [5]. Анализ потенциала влаги и базального дыхания проводится вплоть до стадии с максимальной скоростью вращения, при которой почва иссушается до максимальной гигроскопичности. После этого пробирки помещаются в эксикатор с заданной посредством насыщенных растворов солей [3] концентрацией (давлением) водяных паров в резиновую шину (рисунок 1), по которой перистальтическим насосом осуществляется циркуляция воздуха, значительно убыстряющая изотермическую десорбцию паров воды до равновесного состояния (метод динамической десорбции). Расчет потенциала влаги и удельной поверхности по БЭТ осуществляется по полученной изотерме десорбции как в стандартном адсорбционно-статическом методе [3]. Альтернативный, более быстрый и точный вариант – термиче-

ская десорбция влаги в виде сушки в термостате на разных температурных стадиях, согласно нашей новой методике [6]. При этом потенциал находится по данным об абсолютной температуре сушки (T , [K]) и относительной влажности воздуха (f) и температуре (T_k) в лаборатории [6]:

$$\psi \text{ [Дж/кг]} = P[\text{кПа}] = Q - aT, \quad (3)$$

где Q [Дж/кг] – удельная теплота парообразования $a = \{Q/T_k - (R/M)\ln(f)\}$. По зависимости $\psi(W)$ (потенциальной кривой Поляни) строится изотерма десорбции паров воды для стандартной температуры и оценивается удельная поверхность по БЭТ.

Практические примеры. На рисунке 3 приведены результаты оценки основных гидрофизических функций (pF-кривых) почв и растительной торфосмеси полученные новым методом и аппроксимированные стандартной для современных моделей энергомассообмена в пористых средах функцией ван-Генухтена. Комбинированный метод впервые дал возможность получить на едином образце ОГХ в диапазоне абсолютных значений потенциала влаги от 0 до 600–700 кДж/кг ($pF \approx 7$) или соответствующем интервале влажности от полной влагоемкости до максимально возможного в природе иссушения (равновесная влажность воздуха 0,5–1 %). Для капиллярного интервала подвижной влаги, а в ряде случаев и прочносвязанной сорбционной влаги эмпирическая модель ван-Генухтена дает хорошее описание, с ростом дисперсности расширяется диапазон пленочной и сорбированной влаги, для описания которого больше подходит фундаментальная ионно-электростатическая модель [2], дающая линейный тренд в pF-координатах.

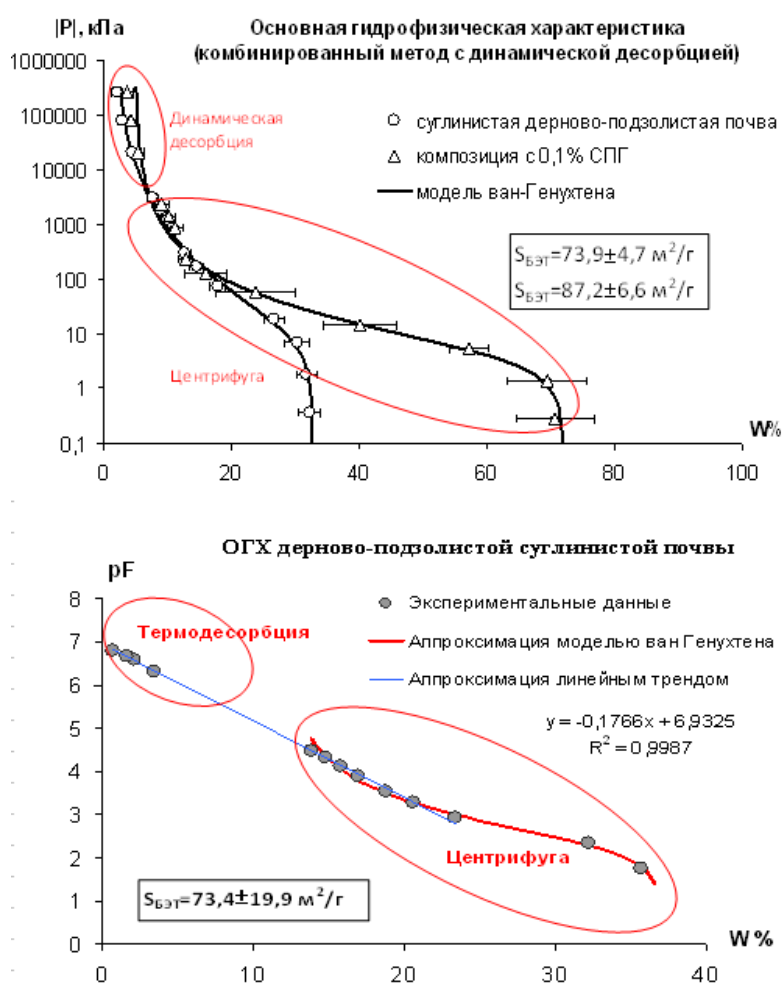


Рисунок 3 – Кривые водоудерживания почв и торфосмеси (новый комби-метод)

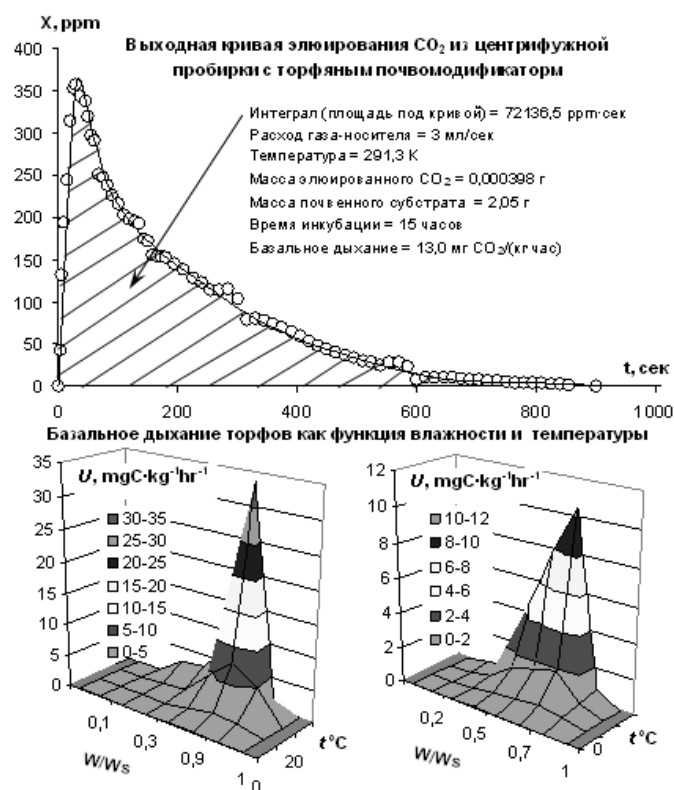


Рисунок 4 – Пример расчета массы CO_2 по кривой элюирования и функций базального дыхания торфяных субстратов от гидротермических факторов.

Заключительный рисунок показывает пример расчета массы CO_2 , накопившейся при инкубации торфяного субстрата, с помощью численного интегрирования выходной кривой элюирования инертным химически чистым азотом. Асимметрия кривой с длительным выходом CO_2 связана с его межфазными взаимодействиями и процессами десорбции и дегазации почвенного раствора.

Таким образом, метод выгодно отличается от традиционного определения базального дыхания [1, 7] по накопленному CO_2 только в воздушном пространстве инкубационного флакона, так как учитывает еще и адсорбированный и растворенный газ. Примеры функции базального дыхания от влажности и температуры (рисунок 4, нижняя часть) для торфяных субстратов указывают на сложный нелинейный характер с экстремумом (максимумом), приходящимся на 0,7–0,8 единиц от полной влагоемкости (W_s). Это обстоятельство необходимо учитывать в моделях микробной активности и биодеструкторного потенциала в почвах в зависимости от контролирующих гидротермических факторов и глобальных климатических изменений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 16-04-00284) и РНФ (гранты 16-16-04014, 17-77-20046).

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 294 с.
2. Смагин А. В. О физических механизмах водоудерживания и динамики дисперсности в почвах, грунтах и коллоидно-дисперсных материалах / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова // Экол. вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13(4). – С. 4–20.
3. Теории и методы физики почв. – Тула : Гриф и К, 2007. – 616 с.
4. Smagin A. V. Column-Centrifugation Method for Determining Water Retention Curves of Soils and Disperse Sediments / A. V. Smagin // Eurasian Soil Science. – 2012. – V. 45(4). – P. 416–422. DOI: 10.1134/S1064229312040126.

5. Smagin A. V. Adsorption of Carbon Monoxide by Samples of Soils and Peat–Sand Mixtures / A. V. Smagin, N. B. Sadovnikova, V. S. Mazanova, A. R. Dolzhich // Eurasian Soil Science. – 2009. – V. 42(11). – P. 1234–1240. DOI: 10.1134/S1064229309110052.

6. Smagin A. V. Theoretical and Experimental Substantiation of a Thermogravimetric Method for Assessing the Water-Retention Capacity and Specific Surface Area of Disperse Systems / A. V. Smagin, N. B. Sadovnikova, A. S. Bashina, A. V. Kirichenko, V. G. Vityazev // Eurasian Soil Science. – 2016. – V. 49(12). – P. 1382–1391. DOI: 10.1134/S1064229316100136

7. Soil quality – laboratory methods for determination of microbial soil respiration. International Organization for Standardization. – ISO 16072. – 2002. – Geneva, Switzerland.

УДК 631.879.4 : [635.64 : 631.544

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ В СОСТАВЕ КОМПОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОМАТОВ В ТЕПЛИЦЕ

Зеленская Ольга Всеволодовна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар*, zelenskayaolga-2011@mail.ru

Галиакбарова Ксения Алексеевна, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар*, zelenskayaolga-2011@mail.ru

Использование отходов сельскохозяйственного производства в составе компостов является одним из элементов органической системы земледелия. При выращивании раннеспелых томатов гибрида F₁ Алез в условиях теплицы в почву вносили рисовую шелуху и птичий помет. Изучали влияние субстратов на рост и развитие растений томатов. Урожайность плодов томатов была максимальной при внесении в почву компоста на основе рисовой шелухи и птичьего помета (3:1) и составила 6,95 кг/м².

Ключевые слова: органическое земледелие, томаты, почва, отходы сельскохозяйственного производства, рисовая шелуха, птичий помет, компост, теплица.

USE OF RICE HUSK IN THE COMPOSITION OF THE COMPOST WHEN GROWING TOMATOES IN GREENHOUSE

Zelenskaya O. V., Galiakbarova K. A.

Use of agricultural waste in the composition of the compost is one of the elements of organic farming system. Rice husk and chicken manure were applied to soil at growing early-maturing hybrid F₁ tomatoes Alesi in greenhouse. The influence of soil substrates on growth and development of plants was studied. Productivity of fruits of tomatoes was the highest and amounted to 6,95 kg/m² when soil application of the compost with rice husk and chicken manure (3:1) in the composition.

Key words: organic farming system, tomatoes, soil, agricultural waste, rice husk, chicken manure, compost, greenhouse.

Принятый правительством РФ в 2014 г. курс на импортозамещение стимулирует разработку инновационных проектов в сельском хозяйстве. Одним из актуальных направлений является развитие тепличных комплексов для круглогодичного выращивания овощей в условиях закрытого грунта. Для получения качественной продукции необходимо использовать экологически безопасные технологии с элементами органической системы земледелия: применение методов биологической защиты растений, биопестицидов, внесение органических удобрений.

Не менее важной экологической задачей в настоящее время является и вторичное использование отходов сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности. Так, одним из основных отходов переработки риса-сырца в крупу является рисовая шелуха. Масса ее достигает 20 % веса необрушенного зерна риса. Рисовая шелуха, главными составляющими которой являются целлюлоза, лигнин и минеральная зола, состоящая на

92–97 % из диоксида кремния, представляет собой крупнотоннажный побочный продукт переработки риса. Вместе с тем этот отход производства отличается широким диапазоном полезных для человека свойств. Рисовую шелуху используют для получения абразивов, термо- и звукоизоляторов, наполнителей для пластмасс, смол, производства электроэнергии и получения кремний-углеродных порошков для металлургии, в качестве сорбентов для очистки сточных вод [1]. В сельскохозяйственном производстве шелуха может быть внесена для облегчения структуры почв тяжелого гранулометрического состава и в качестве кремниевого удобрения [3]. Однако пока в этом качестве ее потенциал мало изучен.

Цель работы – изучение влияния различных субстратов на основе рисовой шелухи на рост, развитие и урожайность культуры томатов в условиях закрытого грунта.

Материал и методы. В качестве объекта исследования был выбран раннеспелый гибрид F₁ томата Алези (Франция). Кусты индетерминантного типа, средневетвистые, в высоту обычно достигают 1,5–1,6 м. Побеги достаточно сильные, облиственные средние, междоузлия короткие. Соцветия простые, плоды созревают кистями по 6–8 шт. Урожайность высокая, в условиях теплицы она достигает 8–9 кг с 1 м². Плоды среднего размера, массой от 150 до 200 г. Форма плоско-округлая, с заметной ребристостью у плодоножки. Сорт высоко требователен к плодородию почвы. Пригоден для круглогодичного выращивания в теплицах.

Опыты проводили весной-летом 2017 г. в условиях закрытого грунта. Дата посева томатов на рассаду – 8 февраля, дата высадки рассады в теплицу – 21 апреля. Температуру в теплице поддерживали в диапазоне 20–30 °С при круглосуточном освещении. Полив – капельное орошение водой.

Площадь пробных площадок – 4 м², повторность четырехкратная по каждому варианту опыта. В качестве контроля использовали почву без внесения удобрений.

Варианты опыта:

- 1) почва с добавлением рисовой шелухи (12,5 г/м²);
- 2) почва с добавлением рисовой шелухи и птичьего помета в соотношении 3:1.

Высоту растений измеряли еженедельно, фиксируя наступление фаз вегетации, плоды взвешивали по мере созревания для учета урожайности.

Результаты исследования. Культура томатов при выращивании как в открытом, так и в закрытом грунте отзывчива на минеральные и органические удобрения, но вносить их нужно с учетом плодородия почв [2]. Лучший урожай получают на рыхлых, хорошо аэрированных почвах. Эти особенности учитывали при выборе вариантов внесения компоста под рассаду в теплицах. Рисовую шелуху вносили как источник микроэлементов, в частности кремния, и для лучшей аэрации почвы. Компост на основе рисовой шелухи и птичьего помета использовался в качестве органического удобрения. Темпы роста растений томата по вариантам опыта приведены на рисунке 1.

Согласно полученным данным во всех вариантах опыта растения томатов достигли предельной высоты 150 см в один и тот же срок. Однако следует отметить, что при добавлении в почву рисовой шелухи растения отставали в росте и развивались хуже, чем в контрольном варианте. Внесение же рисовой шелухи с птичьим пометом способствовало более быстрому росту, развитию вегетативных побегов и ветвлению растений томата.

Наблюдение за сроками наступления фаз вегетации и их продолжительностью показало, что по вариантам существенных различий не было. Массовое цветение томатов отмечалось с 30 апреля по 5 мая. Первый урожай был собран 29 июня, через 67 дн после высадки рассады в теплицу. Массовое созревание плодов наблюдалось с 10 июля. Масса плодов, ежедневно собранных с растений в этой фазе, составлял около 600 г/1 м². К 25 июля основная масса плодов была собрана, а урожайность оставшихся плодов была не более 100 г/1 м². Результаты урожайности томатов Алези по вариантам опыта в расчете на 1 м² приведены на рисунке 2.

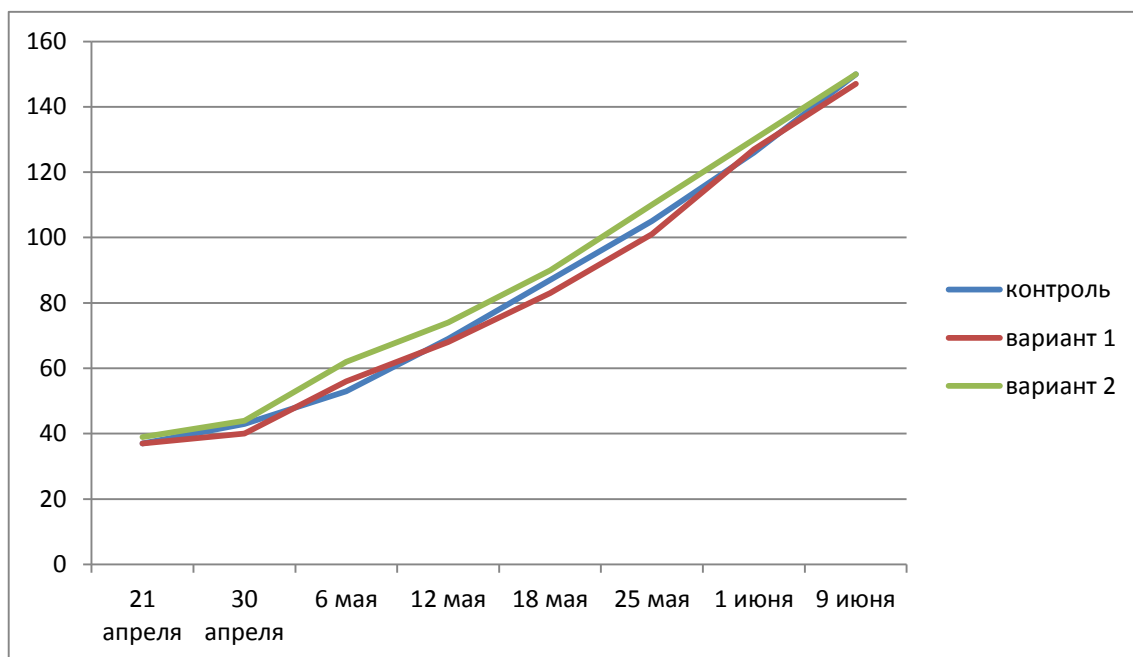


Рисунок 1 – Высота растений томата, см

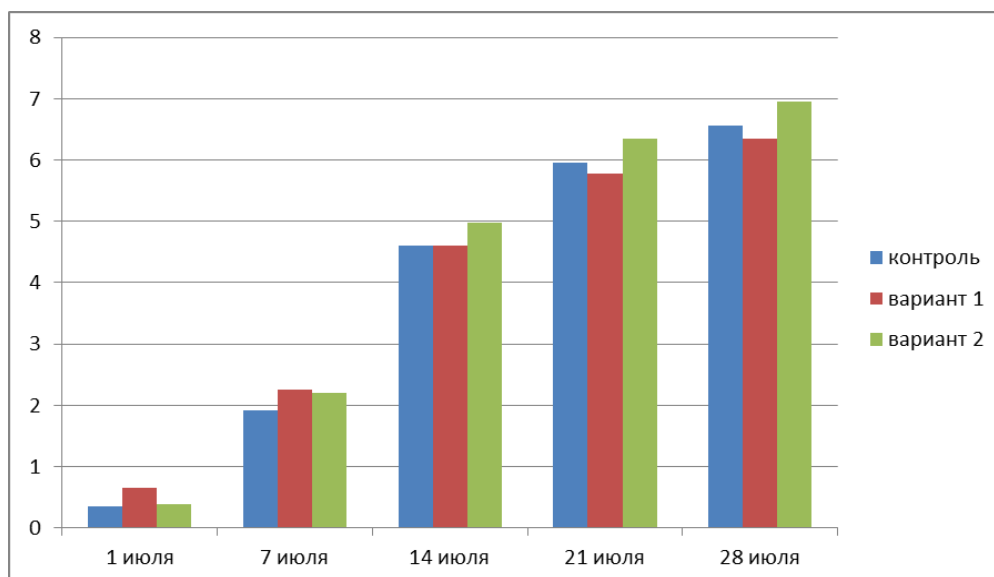


Рисунок 2 – Урожайность томатов, кг/м²

Наблюдения показали, что в начале фазы созревания плоды формировались лучше при добавлении в почву рисовой шелухи, возможно, из-за ее разрыхляющего эффекта. Однако впоследствии этот компонент компоста оказывал на образование плодов ингибирующее действие. На рисунке 2 видно, что максимальный урожай плодов – 6,95 кг/1 м² – был получен при выращивании томатов на почвенном субстрате с добавлением компоста (рисовая шелуха и птичий помет в соотношении 3:1). Это на 380 и 610 г превышало контроль и вариант с добавлением рисовой шелухи соответственно. Так же как на рост и развитие растений томатов, внесение рисовой шелухи в почву в конечном итоге негативно повлияло и на урожайность плодов: они были меньших размеров, чем в контрольном варианте.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали, что при использовании элементов органического земледелия для получения высоких урожаев томатов в закрытом грунте целесообразно вносить для структурирования почвы рисовую шелуху в составе компоста с добавлением птичьего помета. Это снижает затраты на внесение минеральных удобрений и позволяет вторично использовать отходы сельскохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Э. Р. Возможные варианты отходов рисового производства в народном хозяйстве (обзор) / Э. Р. Авакян // Рисоводство. – 2015. – № 3–4 (28–29). – С. 55–58.
2. Вендило Г. Г. Изменение количества и качества плодов томатов в зависимости от почв и применения удобрений / Г. Г. Вендило // Вестник Московского Университета. – 1981. – Серия VI. – № 2. – С. 44–54.
3. Зеленская О. В. Сравнительный анализ влияния фосфогипса и рисовой шелухи на прорастание семян озимой пшеницы / О. В. Зеленская, Е. В. Терещенко // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: I Всерос. науч. конф. – Краснодар КубГАУ, 2009. – С. 151–157.

УДК 504.55.054:622+504.064.45

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОДУКТА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

Пасенко Алёна Викторовна, кандидат технических наук, доцент, Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, *Украина, г. Кременчуг, pasenko2000@ukr.net*

Мазницкая Оксана Викторовна, кандидат технических наук, доцент, Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, *Украина, г. Кременчуг, pasenko2000@ukr.net*

Новохатько Ольга Владимировна, кандидат химических наук, доцент, Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, *Украина, г. Кременчуг, pasenko2000@ukr.net*

Исследована возможность использования продукта совместной нейтрализации отработанного маточного раствора производства капролактама Черкасского ПАО «Азот» шламом водоочистки Кременчугской ТЭЦ для рекультивации отвалов горных пород ПАО «ПГОК». Установлено улучшение биометрических показателей растений при использовании этого продукта в качестве удобрения. Определен нижний предел фитотоксического действия предложенного удобрения.

Ключевые слова: фиторекультивация, удобрение, нейтрализация, отработанный маточный раствор, шлам водоочистки теплоэлектростанции, ростовой тест, фитотоксичность.

RECONSTRUCTION OF TECHNOGENIC LANDSCAPES WITH USE OF FERTILIZER – PRODUCT OF WASTE NEUTRALIZATION

Pasenko A. V., Maznytska O. V., Novokhatko O. V.

The possibility of using the product of joint neutralization of the spent mother liquor of caprolactam production of Cherkassy PJSC «Azot» with sludge waste of water treatment in thermal power plant of Kremenchug for reclamation of rock piles of PJSC «PGOK» was investigated. An improvement in the biometric parameters of plants when using this product as an fertilizer was revealed. The lower limit of the phytotoxic effect of the proposed fertilizer has been determined.

Keywords: phytorecultivation, fertilizer, neutralization, waste mother liquor, sludge waste of water treatment in thermal power plant, growth test, phytotoxicity.

Одним из видов техногенных ландшафтов являются отвалы отработанной горной массы, которые, занимая значительные участки земной поверхности, изменяют рельеф местности, являются источниками вторичного пылевого загрязнения атмосферного воздуха и последующей инфильтрации продуктов выветривания в почву и подземные воды. Среди существующих способов решения этой проблемы экологически целесообразной является фиторекультивация поверхности отвалов горных пород [1–3]. При реализации данной технологии необходимо учитывать дефицит в горной массе соединений азота, серы, необходимых для

развития растений. Поэтому рекомендуется использовать удобрения или вещества, близкие к ним по составу, для создания первичных условий для произрастания растений [4].

Целью работы было исследование возможности использования в технологии фиторекультивации отвалов горно-обогатительного предприятия (ПАО «ПГОК») удобрения на основе продукта нейтрализации отработанных маточных растворов производства капролактама шламом водоочистки теплоэлектростанции. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: получение удобрения как продукта совместной утилизации отходов предприятий химической и энергетической отраслей, определение влияния удобрения на ростовые процессы сорных растений в технологии фиторекультивации.

Отработанные маточные растворы производства капролактама (Черкасского ПАО «Азот») содержат сульфат аммония (кислая pH 4,3), а шлам водоочистки теплоэлектростанции (Кременчугской ТЭЦ) по химическому составу идентифицируется как известняковая порода (щелочная pH 10,2). Для получения удобрения при утилизации отходов использовали метод нейтрализации с выходом продукта с нейтральной реакцией среды (pH 7). Полученное удобрение содержит сульфат кальция, сульфат аммония, примеси микроэлементов, обогащающие субстрат для фиторекультивации биогенными элементами питания растений.

Для исследования эффекта фиторекультивации при внесении полученного удобрения – влияния на ростовые процессы биообъектов – были заложены опыты с тест-культурами пальчатки (росички) кровеостанавливающей (*Digitaria ischaemum* Schreb.), мышея сизого (*Setaria glauca* L.) и вейника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth). В лабораторных условиях в емкостях удобренную горную массу засевали семенами указанных сорных трав и культивировали при оптимальных режимах температуры (+25 °C), освещения, полива. Количество добавленного в составе удобрения азота составляло от 20 до 460 мг на 1 кг горной массы. В качестве контроля использовали пробу с горной массой без внесения удобрения.

Через две недели выращивания на субстрате из горной массы с удобрением (продуктом нейтрализации промышленных отходов) растения были освобождены из субстрата для измерения длины их надземной и подземной частей (рисунок 1).

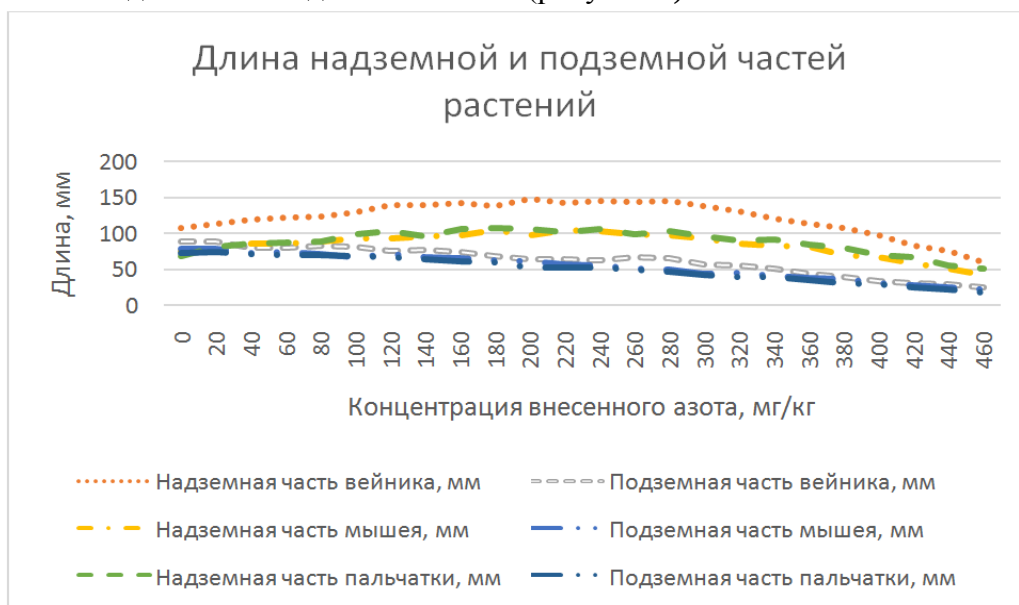


Рисунок 1 – Средние значения длины надземной и подземной частей тест-культур при разных концентрациях азота, внесенного с удобрением

Длины надземной части тест-растений значительно превышают в пробах с добавлением в горную массу удобрения в количестве по азоту до 300 мг/кг. Длина корневой системы заметно уменьшается у тест-культур при повышении концентрации азота, поступившего в субстрат. Это, очевидно, связано с тем, что с увеличением количества доступных элементов минерального питания облегчается процесс их усвоения растениями. В эксперименте имела значение дозировка внесения удобрения в горную массу, так как при завышенных дозах

проявился фитотоксичный эффект – происходило торможение ростовых процессов. При этом наиболее положительный результат был получен в опытах с культурой вейника наземного, который оказался наиболее чувствительным к внесению удобрения и более устойчивым к его высоким дозам (фитотоксический эффект проявляется при концентрации азота 380 мг/кг). Полученные результаты были подтверждены показателями сырой массы растений (рисунок 2).

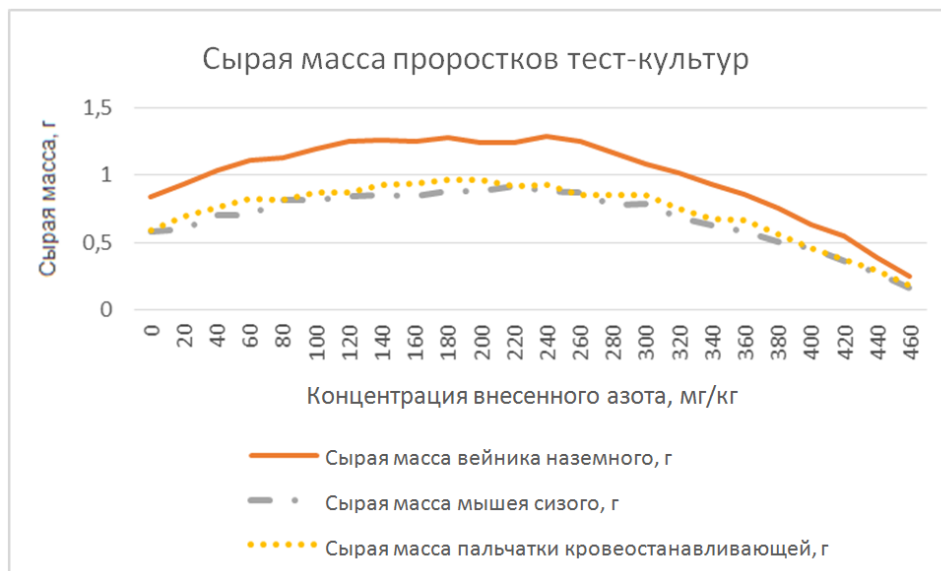


Рисунок 2 – Средние значения сырой массы тест-культур при разных концентрациях азота, внесенного с удобрением

Исходя из полученных экспериментальных данных были сделаны следующие выводы:

1) внесение в горную массу отвалов удобрения – продукта нейтрализации отработанных маточных растворов производства капролактама шламом водоочистки теплоэлектростанции в концентрациях, оптимальных для реакции среды почвенного субстрата, приводит к усилению ростовых процессов у растений в технологии фиторекультивации;

2) у разных культур сорных растений зафиксирован фитотоксичный эффект внесения высоких доз удобрения; наиболее чувствительной к положительному влиянию удобрения и одновременно устойчивой к его завышенным концентрациям оказалась культура вейника наземного;

3) полученное при утилизации отходов удобрение может быть рекомендовано для повышения эффективности реализации технологии фиторекультивации отвалов отработанной горной массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазницька О. В. Способи вирішення проблеми закріплення рослинністю відвалів гірських порід / О. В. Мазницька, Н. А. Педько, В. І. Орел // Науковий вісник КУЕІТУ. – 2011. – № 1(31). – С. 124–127.
2. Мазницька О. В. Вплив пилового навантаження гірничо-збагачувальних підприємств на довкілля та можливі шляхи його усунення / О. В. Мазницька, Т. В. Александрова, В. І. Орел // Науковий вісник КУЕІТУ. – 2011. – № 1(31). – С. 127–130 с.
3. Ніколаєва І. В. Фіторекультивация поверхонь відпрацьованих шахтних териконів за допомогою трав місцевого походження / І. В. Ніколаєва, І. М. Захаренко // Гірничий вісник (Науково-технічний збірник). – 2013. – № 1(96). – С. 202–206.
4. Пасенко А. В. Біологічна активність ґрунтів при агрохімічній меліорації нетрадиційними добривами / А. В. Пасенко, О. А. Сакун, О. О. Никифорова, О. В. Дуднік, М. Ю. Каминіна // Науковий журнал «Екологічна безпека». – 2016. – Вип. 2(22). – С. 97–101.

РАЗВИТИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Белюченко Иван Степанович, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, Краснодар*

Настоящая работа определяет особенности общих проблем агроландшафтов, включая метаболизм живых организмов в агроландшафтных системах Кубани с учетом симбиотического взаимодействия растительности и почвы, обменивающихся продуктами жизнедеятельности, и широту их экологического потенциала. Необходимость глубокого анализа экологических проблем агроландшафтов Кубани определяется чрезвычайной антропогенной перегрузкой естественных и искусственных систем, с одной стороны, ухудшением общей экологической ситуации в состоянии агроландшафтов, с другой, экономической нестабильностью и неопределенностью направления их развития, с третьей, и острой необходимостью рационального использования агроландшафтных систем, с четвертой. Кубань выделяется в основном выраженной континентальностью климата, высокими температурами летом и сравнительно низкими зимой, а специфичность её условий определена географическим положением. Значительные колебания (суточные и годовые) показателей температуры, продолжительности светового дня, интенсивности солнечной инсоляции в различных районах края, широкое варьирование количества выпадающих осадков по месяцам, сезонам и годам и многообразие рельефа определяют большие различия почвенных условий и состава травянистых группировок, в которых по многолетнему циклу развиваются растения южного (субтропического) и северного (бореального) происхождения, отличающиеся относительно широким потенциалом. Умеренно теплые весна и осень обуславливают благоприятные условия для развития растений бореального происхождения (озимая пшеница, озимый ячмень и др.), а в летний период при обеспеченности влагой в условиях высокой температуры интенсивно накапливают органическое вещество представители субтропиков (кукуруза, сорго и другие). Парадигмой агроландшафта выступают внутренние процессы формирования первичной продукции, её использования и разложения, взаимодействующие с абиотическим блоком, определяющие круговорот питательных веществ и формирование потоков энергии. Изучение агроландшафтов позволяет понимать сложные процессы в развитии внутренних и внешних систем и оценивать способы управления ими.

Ключевые слова: продукты жизнедеятельности, симбиотическое взаимодействие, экологический потенциал, агроландшафтная система, континентальность климата, антропогенная перегрузка, парадигма агроландшафта, круговорот элементов, потоки энергии.

DEVELOPMENT AND STABILITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE STEPPE ZONE OF KRASNODAR TERRITORY

Belyuchenko I. S.

The task to define the features of development common problems of metabolism agrolandscape systems of Kuban considering symbiotic interaction between vegetation and soil is put in the article. On the one side need for a thorough and objective analysis of the environmental problems of agricultural landscapes of Kuban is determined by anthropogenic overload of natural and artificial systems, on the other side by deterioration of the overall environmental situation in the development of agricultural landscapes. In the third, by economic instability and uncertainty directions of their development and in the fourth, by the acute need of rational use agrolandscape systems. Kuban characterized by pronounced continental climate, high temperatures in summer and a relatively low in winter, but the specificity of its terms determined by the geographical location. Significant fluctuations (daily and annual), the temperature, length of daylight, intensity of solar insolation in different districts of the region, a wide variation in rainfall for months, seasons and years, and the diversity of terrain determines significant differences of soil conditions and the composition of herbaceous groups. In them are developing plants southern (subtropical) and northern (boreal) origin, characterized by a relatively wide potential. Moderately warm spring and autumn are determined broad conditions for plant growth boreal origin (wheat, barley, etc.), and in the summer while ensuring the moisture in high temperature rapidly accumulate organic matter representatives of the subtropics (maize, sorghum and others). Paradigm agrolandscape are the internal processes of formation of primary production, its use and decomposition. A study of agricultural landscapes allows understanding them of complex processes and evaluating how to manage them.

Key words: products of vital activity, symbiotic relationship, ecological potential, agrolandscape system, continental climate, anthropogenic overload, paradigm of agrolandscape, cycle of elements, flows of energy.

Введение. По разработкам данной тематики кафедрой получено 18 патентов, проведено 7 Международных научных конференций. В продолжение развития этой темы проводилась в

марте 2017 г. Международная научная Конференция по вопросам развития агроландшафтов; в марте 2017 г. – по развитию технологий в севообороте с внесением различных доз сложных компостов, и в марте 2018 г. состоится конференция «Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности». Планируется также проведение исследований с рядом Международных научных организаций с применением использования сложных компостов в посевах и изучением роли лесных полос в функциональном обустройстве агроландшафтных систем.

Основу агроландшафтов составляют взаимодействующие популяции сорняков, однолетних и многолетних, и ежегодно обновляемые культурные однолетние растения, о которых имеются весьма ограниченные данные о надземной чистой продукции и еще меньше сведений об урожайности их подземных органов. История совмещенных посевов в агроландшафтах относится к началу нашей эры в Китае, где они используются и развиваются до наших дней. Основными компонентами совмещенных посевов в Китае являются соя и кукуруза, и их урожай по годам колеблется меньше, чем в чистых травостоях. Смешанные посевы образуют более устойчивые урожаи практически при всех условиях по сравнению с одновидовыми [1–3]. Для использования зеленой массы, а также силоса можно высевать в тропиках бобовое растение канавалия (*Canavalia ensiformis*) с кукурузой и сорго. Смешанный фураж будет иметь наиболее удачное соотношение C:N (19–20:1).

Использование смеси зеленой массы кормовой фасоли с сорго повышает продуктивность животных. Мы проводили посевы этих культур (фасоль канавалия и кукуруза) следующим образом: 2 ряда кукурузы (90 × 90) и 1 ряд фасоли (90 × 30). Растения фасоли развивались весьма успешно и вместе с кукурузой формировали высокий урожай зеленой массы, а в её химическом составе доля азота была заметно выше. Совмещенные посевы осенне-весеннего периода показали лучшее развитие фасоли, чем посевы в этот же период чистого посева бобового растения. Средняя масса одного растения в совмещенном посеве была сходной с одновидовым посевом. Безусловно, есть смысл изучать экспериментально совмещенные посевы фасоли канавалии (*Canavalia ensiformis*) с кукурузой (*Zea mays*) и сорго (*Sorghum alatum*). Период вегетации фуражного сорго для зеленой массы составил 80–90 дн и его вполне достаточно для хорошего развития фасоли, начинающей к этому времени формирование бобов. За орошении фасоль канавалия отрастает и спустя три месяца формирует второй укос зеленой массы [47–51]. Зеленая масса совмещенного посева злака и бобовой фасоли богата протеином и углеводами и использовалась на Кубе в кормлении КРС, а также при приготовлении силоса. Эти работы проводились нами в народном имении Гесе Гарсеран де Валь де Мадруга в течение 1962–1965 гг. Сходные исследования с фасолью канавалия проводились нами также в Абхазии, Туркменистане и Таджикистане. Результаты опытов были вполне приемлемыми.

Продуктивность наиболее распространенных агроландшафтов Кубани определяется рядом лимитирующих факторов, среди которых важное место занимают влага, питательные вещества (главным образом, обеспеченность азотом) и зачастую чрезвычайная засоренность посевных площадей. Продуктивность орошаемых земель существенно ограничивается низким содержанием в них азота и высокой засоренностью почвы. Резервы питательных веществ в орошаемых землях с каждым годом убывают, что обусловлено, в первую очередь, интенсивной минерализацией органического вещества при внесении минеральных удобрений в условиях сильного промывного режима и высокой инсоляции.

В северной части края растениеводство представлено однолетними зерновыми, техническими и овощными культурами (озимая пшеница, озимый ячмень, кукуруза, сахарная свекла, подсолнечник, томаты и т. д.). Из многолетников культивируются виноград и некоторые травы. Основные культуры выращивают в полевых севооборотах с преобладанием (до 50 % и больше) зерновых. Все культуры при соответствующей технологии достаточно продуктивны.

Определенный дисбаланс в экологическое равновесие сельскохозяйственных ландшафтов вносят, казалось бы, обычные антропогенные действия: распашка речных долин,

подпахивание земельных площадей до русла рек, до станиц, распашка склонов, применение ядохимикатов (особенно гербицидов), насыщение севооборотов пропашными культурами, сжигание стерни и соломы после уборки основных культур, нарушение сортосмены и сортообновления и т. д. Эти и другие мероприятия предопределили усиление эрозии, расширение заболачивания и засоления речных систем, снижение в почве количество органического вещества, засоренность полей, ухудшение их физических и химических свойств, увеличение патогенов в микробоценозах и т. д. [8]. В ряде мест края заметно усиливается развитие эрозионных процессов, особенно в его юго-западной части; в южной части четко просматривается формирование овражной сети [6, 7].

Учитывая специфику деградации почв, наблюдаемую на территории значительной части края и обусловленную деятельностью человека, наличие водной и ветровой эрозии, система природоохранных мероприятий в крае требует глубокого анализа и строгого их выполнения как на уровне хозяйств, так и отдельных агроландшафтов, исходя из свойственной только им специфики: глубины пахотного слоя, экспозиции склона и т. д. Следует подчеркнуть, что при проведении любых работ, которые могут оказать влияние на достаточно нестабильные агроландшафты в отдельных частях края, необходимо строго придерживаться разработки Плана действия по их стабилизации на базе местного и регионального мониторинга и ежегодной их корректировки на этой основе. Рекомендации, ограничивающиеся рамками некоторого приглушения нарушений действующих агросистем, успеха не принесут и будут способствовать дальнейшему разрушению природных и агроландшафтных комплексов, особенно в сельскохозяйственной зоне и на склоновых его территориях [10, 11].

Равнинные районы края заняты сельскохозяйственным производством, где выращиваются зерновые (пшеница, кукуруза, ячмень, рис), зернобобовые (горох, соя, люцерна), технические (сахарная свекла, подсолнечник), овощные, эфиромасличные, лекарственные и другие хозяйственно ценные культуры. Степные сообщества приурочены в основном к равнинным территориям, занимая также эродированные склоны вдоль русел рек и овражных систем. Травянистые группировки составляют виды, которые отличаются выраженной ритмичностью развития и относительно низкой продуктивностью, сезонной флористической неполноценностью, обусловленной специфичностью годового температурного режима, а также географической замкнутостью изучаемого региона; они функционально устойчивы. Горные сообщества, особенно в прибрежной полосе Черного моря, сильно деградированы в силу мощной рекреационной нагрузки, особенно в летний период. В ближайшие годы следует ожидать усиления рекреационной нагрузки на естественные сообщества этого района, что определяется резким изменением социально-экономического устройства затрагиваемой территории [9].

Растениеводство степного региона в основном представлено однолетними зерновыми, техническими и овощными культурами (озимая пшеница, озимый ячмень, кукуруза, сахарная свекла, подсолнечник, соя и другие). Из многолетников выращиваются люцерна, реже эспарцет и некоторые злаки (ежа сборная, кострец безостый и др.). Основные культуры, включая овощные и бобовые, выращиваются в полевых севооборотах с преобладанием (до 50% и больше) озимой пшеницы. Все культуры при соответствующей технологии весьма продуктивны (урожай зерна пшеницы в отдельные годы в некоторых районах Кубани достигает до 80 ц/га). Высокие урожаи дают также посевы кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника и т. д. На поливных землях больших площадей на Кубани выращивается рис, меньше соя, овощные культуры, картофель, зерновые (пшеница, кукуруза) и технические (сахарная свекла). Выращивание культур на поливе отличается все возрастающими расходами энергии, включая обработку, удобрение и другие затраты [10].

В почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные и черноземы южные, а также дерново-карбонатные типичные почвы; установлено наличие солонцеватых разновидностей черноземов на значительных площадях. Содержание гумуса в среднем составляет 3,5–3,7 % в черноземах обыкновенных и 2,6 % в остальных видах черноземов; других различий в содержании гумуса между выделенными типами ландшафтов не установлено. В степ-

ных почвах края отмечено незначительное количество основных гумусообразователей – дождевых червей и энхитреид. Для основных площадей характерен высокий микробный пул, который обуславливает поддержание гомеостатического состояния почвенного покрова. Доминирующее положение в микробоценозах занимают аминокавотрофные микроорганизмы; средний коэффициент минерализации органического вещества составляет 1,53.

Выделено 3 основных типа растительности: зональная, интразональная и растительность нарушенных территорий. Уникальная лесная растительность прибрежной полосы в крае почти полностью вырублена и не самовозобновляется. В лесополосах не проводится рубок ухода, и они повсеместно зарастают подростом и кустарниковой растительностью, что существенно снижает эффективность их защитного действия [11].

Загрязнение почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами в целом незначительное; разность их содержания в отдельных районах края, установленная исследованиями в пределах выделенных типов агроландшафтов, незначительна; наличие хлорорганических пестицидов в пахотном слое почв в основном ниже установленных ПДК. Тем не менее выявлены локальные участки загрязнения (в основном частные огороды), что требует более тщательного изучения их источников и площадей загрязнений и т. д.

Преобладание однолетних культур в южном регионе, особенно при орошении, является причиной интенсивного разрушения почвенных агрегатов, усиления эрозии почвы и минерализации органического вещества, выщелачивания азота, снижения использования поступающей солнечной радиации, уменьшения популяций отдельных видов микроорганизмов, микро- и мезофауны и т. д. Экологическая ситуация ухудшается при выращивании пропашных культур, в первую очередь подсолнечника, сахарной свеклы и сои, образующих малообъемную корневую систему и практически не формирующих дернину, а потому в их посевах ветровая и водная эрозии проявляются наиболее сильно.

1. Сложные травосмеси в агроландшафтах. Положительные стороны сложной травосмеси достаточно очевидны. Пространственная разобщенность видов и их популяций делит сферы занимаемого и используемого каждым из них пространства и на первых порах резко снижает конкуренцию между ними за условия питания и света, обеспечивая наиболее мощное развитие их особей. Строчное размещение культур позволяет проводить их подкормку соответствующими удобрениями, что дает возможность экономнее их расходовать, а значит, и меньше загрязнять грунтовые воды. Строчное размещение компонентов, различающихся выраженностью сезонного развития, обеспечивает поочередный переход к интенсивной продуктивности не только отдельных видов растений, но и отдельных участков травосмесей, что указывает на необходимость оптимизировать своевременное их обеспечение водой и питательными веществами. При таком способе создания травосмеси производится практически полное залужение всей площади (особенно в осенне-весенний сезон), что повышает устойчивость травостоев к сорным растениям [2].

Пространственная разобщенность особей отдельных видов способствует ограничению инвазии болезней и вредителей и т. д. (например, в таких травосмесях ограничиваются очаги повилики на люцерне по сравнению с её чистыми посевами). Пространственное обособление отдельных компонентов травосмеси, способствующее более полному проявлению ими потенциальных возможностей, обеспечивает получение хорошего урожая надземной массы и корней, лучшую балансировку в кормах органических и минеральных веществ, а также улучшение физических и химических свойств почвы. Такой способ создания травосмесей является наиболее оправданным в плане организации оптимизированной инфраструктуры травостоев, приближающихся по своим параметрам (сезонному развитию, соотношению компонентов) к условно естественному травостою, в котором пространственное и технологическое (орошение, удобрение) разграничение экологических ниш снижает конкуренцию между видами, поддерживает их стабильность и высокую продуктивность в наиболее благоприятные для отдельных компонентов периоды года [13, 14].

Многолетние культуры, особенно травянистые, менее затратны по сравнению с однолетними: они формируют более мощную дернину, лучше защищают почву от эрозии и т. д. В

степной зоне края выращивается люцерна, эспарцет и еще несколько многолетних видов (овсяница, тимофеевка и др.) в кормовых травосмесях, но их доля в севооборотах незначительна, а потому и их влияние на общую ситуацию почвенного покрова экологических систем весьма слабое.

Нами испытано несколько способов создания травосмесей на юге СНГ: 1) традиционный (посев смеси семян злака и бобового в одном рядке); 2) посев злака широкорядным способом весной и подсев бобового компонента осенью; 3) посев компонентов чередующимися строчками и в разные сезоны года, а также другие формы. Лучшие результаты по первым оценкам были получены при следующей компоновке травосмеси: голубое просо (злак с С₄-типом фотосинтеза) и люцерна (с С₃-типом фотосинтеза) высеваются отдельными строчками весной, а осенью через 120 см отдельной строчкой высевается бореальный злак (овсяница тростниковая, ежа сборная, пырей бескорневищный, райграс пастбищный) и отдельной полосой высевает однолетнюю травосмесь ("мешанка" в составе двух-четырех компонентов).

Получение высоких урожаев зерновых и других культур (кроме люцерны) требует постоянно повышать нормы минеральных удобрений, а на посевах пропашных увеличивать число обработок, усиливающих водную и ветровую эрозии, минерализацию органического вещества, выщелачивание питательных веществ из почвы и т. д. С урожаем пшеницы, кукурузы и других культур, по нашим расчетам, в условиях центрального региона Кубани выносятся от 60 до 100 кг/га азота (при содержании гумуса в почве до 3,5–3,7 %); поступление азота в почву с корнями, опадом растений и другими видами отходов не превышает 25–40 кг/га [21].

При возделывании однолетников в крае складывается отрицательный баланс азота в верхнем слое почв. Основной вывод по результатам исследований – это снижение плодородия почвы при возделывании однолетних культур сплошного сева (озимая пшеница), так и пропашных (сахарная свекла, подсолнечник), что связано с интенсивным выщелачиванием питательных веществ и развитием эрозионных процессов. Изучение микрофлоры почвы показывает, что популяции отдельных экологических групп микроорганизмов под чистыми посевами по сравнению с совмещенными меньше по численности. Например, численность аммонифицирующих микроорганизмов под посевами на контроле (без удобрений и без бобовых компонентов) в течение вегетации в год не превышало 100 млн на 1 г сухой почвы, тогда как в совмещенных посевах с горохом без удобрений численность таких организмов была на порядок выше [15].

Современные технологии повысили производство продукции. Одновидовые агросистемы высокопродуктивны, но потенциально нестабильны и полностью зависят от значительных ресурсов извне. Они слабо адаптированы, имеют меньше возможностей трансформации пищи, энергии, минеральных веществ, больше подвергнуты стрессам, обусловленными погодными условиями, весьма уязвимы к воздействию воды и болезнетворных организмов, сильнее страдают от эрозии почвы и активно истощают её плодородие. Саморегулирование сложных агросистем будет усиливаться видовым и трофическим разнообразием. Биологическое и структурное различие агросистем будет поддерживать многие процессы, характерные для природных систем. Разнообразие (диверсификация) степных систем является основным ключом к пониманию перспектив создания устойчивых и многовидовых агроландшафтов. Поэтому концепция диверсификации аграрных систем становится стратегической в разрешении экологических проблем сельского хозяйства. И перспективным направлением в этом аспекте следует считать внедрение в практику совместных разнотипных посевов [16, 17].

Агроландшафт, включающий несколько видов культурных растений (от двух и более), в Краснодарском крае имеет ряд преимуществ перед чистыми посевами с учетом различных особенностей их развития: 1) формирование более мощного листового аппарата в разных ярусах, что повышает эффективность перехвата растениями солнечной радиации и усиливает её участие в фотосинтезе; 2) размещение корневых систем разных видов в отдельных слоях почвы дает более эффективное использование минеральных веществ и влаги; 3) разнообразие использования влаги и питательных веществ видами агроценоза по слоям и времени по-

требления позволяет избежать пиковых ситуаций и лучше удовлетворять потребности отдельных таксонов в основных жизненных факторах; 4) включение в посев видов с различающимися биологическими и экологическими признаками ведет к лучшему использованию гидротермических ресурсов в отдельные годы и формированию более стабильного урожая; 5) создание более плотного травостоя, позволяющего активнее подавлять сорные растения; 6) совместные посевы с разными экологическими типами страдают от вспышек вредителей и болезней реже, чем чистые посевы; 7) внедрение в посев бобовых культур усиливает азотное питание растений; 8) плотный растительный покров снижает развитие водной и ветровой эрозии и лучше сохраняет почвенное плодородие; 9) изучение биотических отношений, складывающихся в совмещенных посевах культур, весьма актуально, поскольку их конкурентоспособность менее выражена; 10) совмещенные посевы по китайскому примеру в земледелии известны издавна, а пример смешанных травостоев нам усиленно пропагандирует сама природа [18, 19].

На юге России предложены посевы травосмесей путем размещения отдельных компонентов в обособленные полосы (Намоков, Сидоренко, 1980). Успешно применяется ленточный способ посева с размещением двух рядков люцерны в междурядьях (30 см) костреца безостого. При небольших дозах удобрения азотом с использованием бобового растения *Macroptilium tropurgureum* опыты в Техасе показали, что до 15 % накопления азота бобовой культурой переходит к злаку, тогда как при высоких дозах удобрений всего лишь 5 % общего азота концентрируется в биомассе злака. В опытах в Индии в чистых посевах злаков в их корме содержание протеина составило более 8 % при содержании клетчатки 32,2 %. Включение в травостой *Controsema pubescens* содержание протеина в составе смеси увеличило до 9,3 %, а клетчатки понизило до 30,5 %. В наших опытах в Яване (Таджикистан) содержание клетчатки в смешанном посеве злаков и бобовых составило в корме 28,4 %, а протеина 8,6 %, с люцерной доля протеина повысилась до 8,9 %, а клетчатки понизилась до 25,9 % [18].

В связи со складывающейся ситуацией в растениеводстве края целесообразно проанализировать набор культур в севообороте и вести поиск экологически чистых технологий, которые бы способствовали стабилизации плодородия почв. Дисбаланс азота в почве существенно снижается при использовании совмещенных посевов злаков с бобовыми культурами и внесении пониженных доз минеральных удобрений (20–25 кг/га действующего вещества). Использование биологического азота бобовых (до 37 % с бобовым растением и до 20% сопутствующей злаковой культурой), а также фиксируемого азота свободноживущими азотфиксирующими организмами снижает нагрузки на почвенные запасы этого элемента [20].

2. Проблемы разрушения почв. Практические ошибки сельского хозяйства в крае определили большие потери почвенных ресурсов и поставили задачу разумного управления функционированием почв, повышением их продуктивности и устойчивости к отрицательным влияниям антропогенных и естественных факторов. Изучение этих проблем показало, что разумное управление такими процессами в природно-хозяйственном комплексе агроландшафтов еще только начинают разрабатываться. Разработка систем управления функционированием агросистем дает основание решать проблемы природопользования, их охраны, а также экологической безопасности на уровне формирования агроландшафтных систем с улучшением почв, усложнением структуры растительного покрова, с включением в его состав соответствующих жизненных форм. В нашей стране в числе первых исследователей, обративших большое внимание на наличие множества экологических функций почвы, были профессора Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин (1986, 1990, 2012), В. А. Ковда (1971; 1985), а также И. А. Соколов и В. О. Таргульян (1976) – они определили большую полифункциональность почвы и обосновали учение о её экологических функциях [23–25].

Интегральным показателем антропогенного разрушения почв является состояние её гумуса, которое определяется двумя противоположно действующими процессами: с одной стороны, гумификацией растительных отходов, а с другой, их минерализацией. Баланс между этими процессами в естественных условиях равновесный и стабильный. Равновесие нарушается и в основном является отрицательным в условиях агроландшафтных систем (ми-

нерализация гумуса больше по сравнению с его образованием), и основная проблема состоит в следующем: в процессе почвообразования естественная растительность поставляет больше отходов, чем аграрные ландшафты (стерня, подземная часть – корни, зона кущения), а недостаток органических веществ практически никогда не покрывается внесением органических удобрений (требуется вносить примерно 10–12 т/га полуперепревшего навоза КРС ежегодно или практиковать посевы кормовых трав, урожай которых необходимо запахивать).

Для чернозема обыкновенного, сформированного лугово-степной растительностью, особенно на холмистых площадях, потери гумуса составляют в год 50–60 т/га. Гумус чернозема обыкновенного достаточно устойчивый, прочно связан с глинистыми минералами монтмориллонитовой группы и противостоит негативному влиянию разрушения микробоценозов и дегумификации. Отходы травянистой растительности образуют гумус достаточно устойчивый. Полуразложившиеся органические отходы в почве повышают общий запас органического вещества, но они быстро минерализуются; в распаханых почвах они фактически отсутствуют. Почва представляет собой единую целостную систему, в которой дегумификация идет по всему генетическому профилю. Основные формы деградации почвы чернозема обыкновенного – это дефляция, дегумификация и водная эрозия [20].

После уборки зерновых солому измельчают и равномерно разбрасывают по всей площади, проводят лущение на глубину 8–10 см, потом вспашку полупаром на 25–27 см или зяби на 27–30 см; такая почва становится рыхлой, мягкой, не растрескивается во время засухи и легче обрабатывается. С соломой в почву вносится до 80% калия и 20% фосфора, повышаются запасы гумуса; заплата соломы повышает урожай зерна озимой пшеницы до 8 ц/га.

Сжигание стерни, соломы, мусора, угля, нефти и других органических отходов, свойственное для основной территории степной зоны края, усиливает трансформацию азота, серы и кислорода в атмосфере с образованием оксидов азота и диоксида серы, реагирующих с водой и образующих азотную и серную кислоты. Выпадая с осадками, азотная и серная кислоты в почве растворяют и вымывают питательные вещества и тяжелые металлы, усваиваемые растениями, а затем и человеком; идет загрязнение грунтовой (питьевой) воды; кислотные дожди ведут к гибели лесных массивов, а также посевов ряда овощных культур (например, огурцов) и т. д. [11, 20, 22]

В крае активно развиваются эрозионные процессы, особенно в его восточной гористой части; формирование овражной сети четко просматривается в северных и западных районах. Учеными региона (Номоконов, Сидоренко, Дзыбов и др.) разработаны весьма эффективные методы восстановления растительности на эродированных участках. Однако дальше внедренческих разработок авторов и небольшого числа их приверженцев и последователей борьба с эрозией на деле не продвинулась [24].

Несмотря на весьма очевидные экологические недостатки, наблюдаемые часто на территории Кубани, обостряемые прямой или опосредованной деятельностью человека, до сих пор не разработана система почвенных природоохранных мероприятий, что необходимо не столько продекларировать, сколько иметь её и строго выполнять на конкретных площадях с учетом свойственной только им специфики (рельефа, глубины пахотного слоя, склона местности и т. д.). К сожалению, следует констатировать, что нет продуманной и рационально размещенной сети постоянных участков многолетнего мониторинга ни на местном, ни тем более на региональном уровнях. Такая ситуация указывает, что рекомендации отдельных научных центров не подкрепляются системным анализом реальной динамики состояния почв, растительности, животного мира, атмосферного воздуха, грунтовых вод и т. д. Поэтому научные рекомендации ограничиваются в основном рамками некоторого расширения или углубления ранее разработанных проблем в области земледелия, агрохимии, почвоведения и растениеводства. Практически отсутствуют четко разработанные длительные программы поиска новых подходов к развитию системы земледелия и почвоведения [23].

Агроландшафтные системы степной зоны, характеризующиеся определенной специфичностью природно-климатических условий, в основной своей массе составляют основу пахотных земель и используются для выращивания сельскохозяйственных культур. Высокая

распаханность этой территории, нарушение севооборотов и технологических процессов при их выращивании – это те основные причины, которые обуславливают снижение гумуса в почве. Кроме того, в почвах концентрируется значительное количество тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов. Несмотря на то, что эти загрязнители пока еще находятся ниже уровня ПДК, тем не менее по ряду точек такие поллютанты, как ДДТ и его производные, превышают ПДК, а значит, существенно усиливают загрязненность почв, что в конечном итоге является причиной ухудшения качества сельскохозяйственной продукции. Почвы всех ландшафтов края нуждаются в сокращении количества загрязнителей и в нормативном внесении органических и минеральных удобрений, что будет способствовать сохранению базовой основы агроландшафтов – сохранения их почвенного покрова [21].

Почва выступает основным накопителем загрязнителей в биосфере, защищая от них атмосферу и гидросферу, оставаясь основным производителем пищи для всех уровней жизни, включая и человека. Важное значение для почвы имеет экологический мониторинг накопления загрязнений. Часто поднимается вопрос о самоочищении почвы, хотя реально осуществить это трудно. Под самоочищением понимается исключение загрязнителей из биологического круговорота, что возможно в следующих случаях: перевод их в нетоксическое состояние; преобразование некоторых из них в газообразное состояние и перевод из почвы в атмосферу; вынос и консервирование с урожаем растений; вымывание в гидросферу [18].

Сложные компосты усиливают буферность почв в отношении загрязнителей, наделяя её коллоидными и электростатическими свойствами, долей органических веществ и мелкодисперсных глинистых комплексов, окислительно-восстановительными, кислотными или щелочными и сорбционными свойствами. Отсюда становится ясно, что проведение комплексного экологического мониторинга обязательно, без его оценки невозможно объективно оценить функциональную устойчивость агроландшафта.

Отсутствие единой методики изучения важнейших экологических проблем сельскохозяйственного производства, организации стационарного мониторинга, экологического проектирования, моделирования и программирования развития агросистем не позволяет предвидеть возможные их изменения завтра. В системе мер по решению экологических проблем Кубани условно можно выделить ряд направлений, которые следует учитывать при разработке Программ.

3. Сложные посевы. Уплотненные посевы зерновых злаковых, бобовых и других культур, благодаря взаимной их поддержке вследствие своей экологической разобщенности, несмотря на сложности технологического характера, получают права гражданства в некоторых странах мира. Бобовые, фиксируя азот атмосферы через симбиоз с азотфиксаторами, на 20 % и больше обеспечивают потребность в азоте злаковые, которые, выделяя углеводы, покрывают значительную часть потребности в энергии свободноживущих микроорганизмов в ризосфере агроценоза. Кроме того, совместное выращивание злаковых и бобовых существенно ограничивает распространение заболеваний отдельных культур. Об этом говорят исследования в Англии, Германии и в других странах важных в хозяйственном отношении культур, не снижающих урожай продукции, но способствующих повышению её качества и оздоровлению окружающей среды. С этой целью подбираются компоненты для определенных посевов, изучается развитие почвенной биоты создаваемых сообществ, определяется урожай культур и их качество.

Получены первые обнадеживающие результаты с посевами озимой пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы, сои. Например, при выращивании озимой пшеницы с бобовыми в течение 1995–2005 гг., установлено достоверное увеличение в почве численности грибных зачатков, а также бактерий и актиномицетов, выполняющих важную роль в подавлении развития фитопатогенов культурных растений. Введение в севообороты совмещенных посевов экологических групп микроорганизмов изменяет численность и видовой состав в почве микроартропод (коллемболы, клещи) и их морфологических групп (почвенные, подстилочно-почвенные, верхне- и нижнеподстилочные), дождевых червей, энхитреид и других групп многочисленных беспозвоночных (насекомые, многоножки), а также представителей микро-

фауны (нематоды, простейшие). Важно подчеркнуть более высокую биологическую продуктивность совмещенных посевов, снижение накопления в урожае нитратов, тяжелых металлов и т. д. [29].

В совмещенных посевах отмечаются, например, некоторые особенности вегетации отдельных видов растений и направление роста боковых корней сахарной свёклы в сторону корневых систем зернобобовых. В чистых посевах бобовых (чина, горох) количество клубеньков на корнях растений и их масса были выше, чем в совмещенных посевах. Число клубеньков в совмещенном посеве составляет около 20 шт. на растение, а в чистом неудобренном посеве – до 35 шт. Численность аммонифицирующих микроорганизмов (млн на 1 г сухой почвы) в совмещенных посевах была в 4–6 раз больше, чем в посевах сахарной свеклы и зернобобовых. С внесением органических удобрений количество микроорганизмов в посевах с чиной составило 350 млн/г почвы. Количество дождевых червей в совмещенном посеве сахарной свеклы и гороха было выше (3 шт/м² почвы).

Особую роль в этом плане выполняют литоральные агроландшафты. Значительной антропогенной нагрузке подвержены литоральные сообщества, представленные на побережьях Черного и Азовского морей. Видовой состав малочисленный, однако роль таких сообществ в функционировании прибрежных экосистем значительна. Псаммофиты, являющиеся эдификаторами таких сообществ (*Leymus sabulosus*, *Crambe pontica*, *Eryngium maritimum*, *Glycyrrhiza glabra*), способствуют закреплению песчаных дюн и препятствуют эрозионным процессам [4, 5].

Определенный научный и практический интерес в этой зоне представляют ресурсы лекарственных, эфирномасличных и медоносных растений флоры южных районов края. Такие виды должны интересовать интродукторов с точки зрения целесообразности введения в культуру большого количества хозяйственно-ценных видов, поскольку заготовка их сырья вызовет значительные изменения структуры сообществ, находящихся в довольно неустойчивом состоянии. В качестве примера можно рассмотреть состояние популяций *Glycyrrhiza glabra* – лекарственного растения комплексного использования, широко встречающегося в прибрежных районах Тамани. Изучаемые популяции входят в состав растительных сообществ, приуроченных к склонам возвышенностей, берегам лиманов, территориям Азовского и Черного морей и их небольшим площадям (местами до 0,5–3,0 га).

Сырьевая продуктивность корней и корневищ *G. glabra* достигает 0,7–1,1 кг/м², биологический запас подземных органов варьирует от 1,7 до 22,8 т в расчете на популяцию. Следует отметить, что полученные данные свидетельствуют о высокой плотности сырьевых запасов солодкового корня. Однако проведение промышленных заготовок сырья на полуострове не рекомендуется, т. к. часть местообитаний *G. glabra* и других видов относятся к единственному оставшемуся и относительно ненарушенным древнему типу субстрата – литоральной полосе с псаммофильной растительностью, представленной специфическими охраняемыми средиземноморскими видами. Кроме того, даже несистематические, но массовые заготовки сырья, могут привести к усилению оползневой процесса, водной и ветровой эрозии, особенно верхнего слоя почвенного покрова [4, 5].

Растительные сообщества приморских районов края находятся в крайне неустойчивом состоянии, им свойственны процессы деградации зональных и интразональных сообществ, а также синантропизация их флоры. Доля использования поступающей солнечной энергии совмещенными посевами сельскохозяйственных культур значительно выше, чем одновидовыми, о чем свидетельствуют наши данные на примере посевов озимой пшеницы и сахарной свеклы – важнейших культур края (таблица).

Результаты исследований указывают на целесообразность продолжения научных исследований по разработке новых технологий совмещения посевов. Не сегодня, так завтра потребуется оптимизировать севообороты южного региона России, и зарождающееся экологическое направление в земледелии будет играть в системе разрабатываемых мероприятий не последнюю роль, поскольку оно предусматривает усиление органического присутствия в почве, уменьшение применения химических средств (прежде всего различных пестицидов),

более рациональное использование биологического потенциала отдельных культур и сокращение применения минеральных удобрений [32].

Таблица – Использование поступающей солнечной энергии чистыми и совмещенными посевами (среднегодовые за 1995–2015 гг.)

Показатель	Единица измерения	Озимая пшеница – посев		Сахарная свекла – посев	
		чистый	чистый + вика	чистый	чистый + чина
Сухая масса	кг/га	11,500	15,300	8,200	10,150
Масса золы в урожае	кг	950	1230	750	920
Органическая масса (ОМ)	кг	11,050	14,350	8,000	9,700
ОМ в пересчете на глюкозу	кг	12,300	16,800	8,700	11,900
Энергия, затраченная на транспирацию и дыхание	кг	3,900	4,500	4,600	6,100
Общая масса синтезированной глюкозы	кг/га	15,500	19,900	14,000	17,400
Для синтеза 1 кг глюкозы требуется энергии	ккал	4,500	4,600	4,300	4,800
Необходимо энергии для синтеза органического в-ва на 1 га	млн. ккал	69	94	62	74
Количество солнечной энергии доступной посевам в расчете на 1 га	млн ккал	5,400	5,400	5,400	5,400
Доля использования доступной солнечной энергии	%	1,3	1,7	1,25	1,76

В развитии аграрного производства на юге России, наряду с совершенствованием уже действующих перспектив (агротехническое, химическое, селекционно-семеноводческое), важным является природоохранное и экологическое направление, базирующиеся на уплотнении посевов биологически и экологически различными культурами с различными экологическими нишами, это приближает по своей структуре агроценозы к естественным сообществам. Такие посевы лучше отвечают комплексу сегодняшних требований к сельскохозяйственному производству, поскольку способны, с одной стороны, оптимизировать продуктивность, а с другой, более эффективно использовать природные ресурсы (осадки, ресурсы почвы, солнечную энергию и т. д.) при одновременном сохранении плодородия почвы и получении более качественной продукции, чем при одностороннем усилении (например химического) направления [33–35].

4. Противоэрозионная защита почв. Организовать систематический государственный контроль за экологическим состоянием природных и природно-хозяйственных (агроландшафтных) систем, особенно живых организмов почвенной биоты в различных условиях большого региона, разработать программу природоохранных мероприятий на всей её территории, вплоть до отдельных участков, и строго её выполнять – основная задача организации исследований в аграрных ландшафтах. В системе таких мероприятий необходимо предусмотреть возможность вывода из севооборота распаханых земель вокруг поселков – это существенно улучшит воздушный бассейн населенных пунктов, снизит эрозионные процессы и т. п.), вдоль русел рек до 50 м и больше (уменьшит смыв почвы и заиливание русел рек и т. д.), а также посадку лесных полос вдоль дорог, русел рек, вокруг поселков и другие мероприятия [24].

Развитие дефляции почв в степных регионах проявляется весьма контрастно: ветровая эрозия характерна для северных районов, где и достигает максимальных значений, а в равнинной части она снижается до слабой; водно-плоскостная эрозия наблюдается в предгорной части районов, где участки с уклоном местности до 3° характеризуются как эрозионно опасные и располагаются в основном в долинно-балочных депрессиях. При нарушении почвенно-растительного покрова возможно проявление струйчато-плоскостной эрозии, а по берегам рек – овражно-промывного типа. В предгорной части, где уклоны местности превышают 5° градусов, проявляется среднесильная водная эрозия. Горная часть района является чрезвычайно эрозионно опасной, здесь при нарушении естественного покрова неизбежна овражно-струйчатая эрозия [41, 42].

Совершенствовать агротехническое направление по улучшению технологии выращивания сельскохозяйственных культур (оптимизация сроков выполнения основных видов работ, развитие набора культур в севообороте и т. д.). Безусловно, что совершенствование тех-

нологии сегодня невозможно без улучшения сельскохозяйственной техники. Использование достижений химии в разумных пределах, обоснованного соотношения минеральных удобрений в сочетании с органическими; химическая борьба с вредителями и болезнями должны сочетаться с достижениями селекции, сортосменной и сортооборота, с совершенствованием технологий севооборотов и т. д. Хотя химическое направление в практике южного региона нашей страны остается пока важнейшим и наиболее результативным, обеспечивающим получение высоких урожаев, дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства следует существенно переориентировать на "органические" подходы. С одной стороны, потому что возможности химии не безграничны и практически достигнут верхний предел урожайности основных культур, а с другой, химизация стала высокочрезмерной как энергетически, так и экологически. Например, внесение азота повышает урожай, но и одновременно резко увеличивает содержание в урожае нитратов и тяжелых металлов [26–28].

Можно с полной уверенностью утверждать, что только сочетание использования биологического и минерального азота в сельскохозяйственном производстве представляют собой важнейшее направление разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих экономию удобрений, горючего и других затрат, сохраняющих функциональную устойчивость агроландшафтов. Одновременный резерв в таком плане просматривается в создании двух- и более компонентных посевов (например, основная культура + бобовый компонент), что дает возможность существенно изменить (обогатить) микробиоту, увеличить биологическое поступление в почву азота, уплотнить дернину в верхнем слое почвы и снизить интенсивность эрозионных процессов, особенно при выращивании пропашных культур [25].

Необходимо совершенствовать интродукционно-селекционное и семеноводческое направление в развитии севооборота, предусмотрев улучшение структуры посевных площадей путем замены старых сортов (или культур) новыми высокопродуктивными и ценными в хозяйственном и природоохранном отношении. Поскольку регион стал важным перевалочным пунктом завоза сельскохозяйственной продукции из-за рубежа, необходимо предусмотреть укрепление карантинной службы и строгое соблюдение правил интродукции различных форм растений и животных. Соответствующим службам ужесточить контроль за диким провозом через границу семян, растений, черенков, гербария и т. д., а отделам сельского хозяйства пересмотреть системы сортосмены и сортообновления культур, что будет способствовать предупреждению распространения вредителей, болезней, сорняков.

Для горных территорий края характерно развитие процессов дефляции: ветровая эрозия является довольно частым фактором и в совокупности с водной оказывает сильное влияние в целом на отдельные агроландшафты, особенно в предгорных районах и в прибрежной полосе водных бассейнов. Нарушение почвенного и растительного покрова прибрежной полосы Черного моря усиливает овражно-промывной тип эрозии. В целом территории городов-курортов представлены горными образованиями и потому весьма эрозионно опасны, т. к. при нарушении почвенного или растительного покрова неизбежно развивается овражно-струйчатая эрозия [30].

По границам полей, вдоль магистралей и речных систем, вокруг поселков, станиц и городов необходимо расширять площади лесных полос, оптимизировать их видовой состав, соотношение различных пород деревьев и кустарников. Создаваемые лесополосы будут формировать собственный микроклимат, отличный от условий открытой местности, существенно влияя на микроклимат всей площади окультуренного ландшафта [27, 28].

В число важнейших экологических проблем изучаемых территорий входят: усиление антропогенной нагрузки на основную площадь и особенно на прибрежные части суши и моря, разрушение природных систем вследствие усиления урбанизации, береговой эрозии и т. д. Все проблемы отличаются по происхождению, степени проявления, механизмам решения и т. д. Решение их представляется возможным при строгом соблюдении экологических интересов в использовании и развитии определенных ландшафтов. Необходимость решения этих проблем диктуется высокой специфичностью агросистем выделяемого района, природной, научной, хозяйственной и эстетической ценностью его агроландшафтов с уникальным биотическим разнообразием, а также необходимостью обеспечить стабильное функционирование систем. Эти задачи могут быть решены на основе комплексного планирования с уче-

том ресурсного потенциала агросистем степной зоны края и необходимости охраны уникальных природных анклавов горных территорий и побережья Черного моря [37, 38].

Совершенствовать снижение антропогенных нагрузок на агроландшафты можно только через улучшение подготовки сельскохозяйственных и экологических кадров на основе пересмотра учебных планов, введение в них новых дисциплин с углублением общебиологической и экологической направленности учебного процесса, что будет способствовать расширению кругозора специалистов и их научной подготовке. Например, в крае ведется широкая интродукционная работа, но в учебных планах вузов края отсутствует учебная дисциплина аналогичного профиля, что не в последнюю очередь определяет низкий эффект интродукции. Безусловно, необходимо введение в учебные планы вузов, готовящих экологов и сельскохозяйственных специалистов, курса агроландшафтной экологии. В учебных планах вузов должен найти место объемный годичный курс общей биологии и экологии, годичный курс с летним периодом практики экологического мониторинга и т. д. Биологическая переориентация подготовки специалистов не замедлит сказаться на усилении природоохранной деятельности в регионе, повышении уровня высшей школы и её участия в облагораживании природы в целом и сельскохозяйственного производства в частности [39, 40].

Следует развивать экологическое направление сельскохозяйственного производства, базируя его на максимальном использовании биологических и экологических особенностей возделываемых культур, достижении земледельческой науки, объективной оценки возможностей природно-климатической ситуации, уровня плодородия почвы и т. д. Организация на этой основе простых или совмещенных посевов, способных создавать плотные агроценозы, противостоять сорной растительности, повышать выход продукции, сдерживать эрозионные процессы почвы, усиливать биологическую активность их флоры и фауны, процессы азотфиксации, будет серьезно совершенствовать всю систему в целом агроландшафта [21, 22].

Внедрять многокомпонентные посевы на основе поиска технологий, базирующихся на биологических и экологических подходах, приемлемых для природы и человека и основывающихся на аллелопатической совместимости включаемых в посев видов или сортов растений. Основой таких технологий служат эколого-биологические средства регуляции агроценозов (подбор для совмещенных посевов видов с учетом их биологических особенностей и экологического соответствия растений и физико-химических свойств почвы, использование биологических средств для повышения продуктивности посевов, защиты растений от вредителей, болезней, сорняков и т. д.). Такие требования чрезвычайно важны для севооборотов интенсивного типа с высоким насыщением озимой пшеницей, кукурузой и пропашными культурами, обуславливающими снижение в почве органического вещества из-за интенсивной его минерализации, смыва и выдувания мелкозема в процессе водной и ветровой эрозии. К заметному обеднению почвы ведет также большой вынос с урожаем культур основных элементов питания (N, P, K, Ca) и множества микроэлементов [36, 40].

Поддержание урожая зерна пшеницы на уровне 60–70 ц/га или корнеплодов сахарной свеклы до 40–50 т/га требует ежегодного увеличения норм вносимых минеральных удобрений, особенно азотных. Восполнение потерь органического вещества и азота в севооборотах зерновых и пропашных культур в определенной степени возможно за счет внесения полуперепревшего навоза КРС или свиней, или сложного компоста при норме 65–70 т/га каждые 6–7 лет и введения в севооборот совмещенных посевов культур, различающихся экологическими и биологическими особенностями. Иными словами, сложившаяся ситуация в сельскохозяйственном производстве требует пересмотра способов хозяйствования, и прежде всего ведения земледелия согласно законам природы, способствуя тем самым сохранению окружающей среды и улучшению здоровья человека. Одним из направлений в этом плане следует рассматривать уплотнение посевов за счет их компоновки из растений разных жизненных форм [37, 38, 42].

5. Сложные компосты. Важным условием создания сложного компоста является выбор нескольких типов отходов – от 3–4 до 8–10 и больше. Насколько удачно в этом выборе учитываются особенности физического, химического и биологического сопряжения тех или иных отходов, будет зависеть успешность выполнения поставленной задачи. Весьма важным участком подготовки сложных компостов является видовой и популяционный состав их микробных сообществ. Биологическую основу компоста составляют прокариотные сообщества, а физико-химическую – комбинирование органических и химических соединений, вы-

деление ППК сложного компоста и другие формы комбинирования процессов. Объединение отходов с различными свойствами, которые отличаются плотностью, влажностью и химическим составом, обуславливает значительные колебания численности различных организмов в первые две-три недели после начала формирования сложного компоста, особенно в летний период. Отмечается развитие различных направлений формирования компостов, включая состав органических и минеральных отходов, отличающихся дисперсностью, физическими, химическими и биологическими свойствами, расширяющими количество популяций живых организмов одних таксонов и снижающими другие [40, 41].

В отходах производства многие организмы не способны обеспечить изначальную систему устойчивости и равновесия и потому их сообщества разрозненны и невзаимосвязанны. Например, при смешивании различных отходов в летний период на 10–12-й день различная миколого-трофическая группа микроорганизмов расходились по видам и популяциям и уже к месячному периоду они достаточно четко распределялись по сходству своих пищевых характеристик. Прежде всего это касалось аммонифицирующих, аμιлолитических и олиготрофных микроорганизмов.

После смешивания отходов через 2–3 нед развития организмы достаточно быстро объединяются в функциональные группы по использованию в качестве ресурса органического вещества и его трансформации в гумус и в другие соединения – аминокислоты, ферменты, органические кислоты и другие соединения. В биомассе сложного компоста доля микроорганизмов в составе органического вещества довольно велика, что существенно удлиняет круговорот углерода и азота [21, 22].

В сложном компосте, составленном из полуперепревшего навоза, фосфогипса и куриного помета с добавлением соломы озимой пшеницы и ячменя общая численность микроорганизмов на 30-й день составила свыше 240 млн клеток, а с одним навозом – около 107 млн. Компоновка отходов в сложном компосте выравнивает реакцию его среды на основе химических свойств нейтрализации в целом всей подобранной смеси и с учетом специфических микробоценозов за счет использования подщелачивающих органических составляющих. Для развития сложного компоста выделение различных органических веществ (аминокислоты, витамины, ферменты) играет очень важную роль. Само производство влияет на состав отходов и реакцию его среды, что влияет на процессы развития микроорганизмов. Разлагая органические вещества, микроорганизмы усиливают дыхание и существенно ускоряют круговороты ряда веществ. Разложение органического вещества усиливает денитрификацию и вызывает газообразные потери молекулярного азота. С развитием сложного компоста активность микроорганизмов в нем усиливается, что положительно сказывается на управлении процессами преобразования органических веществ через стабилизацию образования в них микробных клеток и нарастание их биомассы [31, 32, 35, 41].

Ферменты, отличающиеся коротким временным периодом в развитии сложного компоста, довольно быстро теряют способность изменять в нём происходящие процессы. Разложение органического вещества в сложном компосте осуществляется микроорганизмами, интенсивность развития которых ко времени внесения в почву достигает 80–90 % и длится 3–4 мес вблизи источника фермента. Развитие сложного компоста достигает оптимума при его способности переходить к равновесию и определяется уровнем биологической активности отдельных отходов. Численность микроорганизмов, по которой можно определить их биомассу, представляет собой отклонение от минимума, свойственного конкретному отходу. Их количество связано с составом всех отходов, включенных в сложный компост, имеющих свои собственные им физические и химические характеристики и вызывающие серьезное изменение за относительно короткий срок, особенно в летний период [42].

Оптимальность ресурсов сложного компоста обусловлена непрогнозируемыми факторами среды всех отходов и соотношением в них C:N и C:P, количеством органического вещества в них, реальным изменением температуры и количества осадков, а также соотношением микроорганизмов в определенный период времени. В связи с расширением состава сложных компостов возникают новые аэробные и анаэробные процессы, нарастает численность азотфиксирующих и аммонифицирующих микроорганизмов, использующих для своего развития органические и минеральные коллоиды. По мере созревания сложного компоста усиливается разложение органического вещества при одновременном снижении активности

процессов нитрификации и денитрификации, а система компостирования достигает оптимума, включая в процесс своего развития системы микроорганизмов [18, 19].

В комплексе микроорганизмов, включающих бактерии, грибы, актиномицеты, одноклеточные водоросли и другие группы живых организмов, особое место в сложном компосте занимают грибы, представляющие разнообразную группу организмов различных ступеней эволюционного развития. Грибам свойственно важное качество – экономный обмен веществ и использование большого количества углерода и азота из разлагаемых ими соединений для построения своего тела. Такая группа микроорганизмов активно участвует в развитии сложного компоста, а с переходом в почву – процесса почвообразования, где усиливает биологическую активность и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Сегодня человек использует в своей деятельности немало природоразрушающих технологий, которые препятствуют сохранению устойчиво-динамичного развития биосферы, подвергающейся нарастающему антропогенному прессингу; сохранению здоровья человека, испытывающего бумерангом реакцию природы на его собственное негативное отношение к ней. Жизненно необходимы в связи с этим снижение остроты противоречий человека с окружающей средой; реальная оценка экологической ситуации и взаимосвязей между человеком и окружающей средой; разработка научных основ прогнозов развития местных и региональных экологических систем, направленных на их стабилизацию, что будет способствовать сохранению человека, как природного вида.

Весьма опасным источником загрязнения агроландшафтов являются свалки и особенно химические реагенты (серные и азотные кислоты, сульфаты, нитраты, пестициды, тяжелые металлы), которые попадают в различные среды через захоронение различных отходов и небрежное их хранение в природных комплексах. Важнейшим компонентом окружающей среды является вода, как источник жизни, тепла и энергии на Земле, определяющая состояние климата суши. Крайне важно определить основные меры борьбы с загрязнением, среди которых выделяются малоотходные производства, снижение применения химических средств, уровня загрязненности водных систем отходами деятельности человека, оптимизация энергии затратна.

Одним из способов снижения негативного действия человека на агроландшафты является применение совмещенных посевов. Достаточно хорошо изучены совмещенные посевы для целей животноводства. Специалисты подбирают разные культуры, отличающиеся жизненной формой, экологией, физиологией, биохимией, которые позволяют в определенных условиях получать устойчивые урожаи при широкой динамике условий климата и защите почв от водной и ветровой эрозии [21].

Что же касается полевых севооборотов, на которых выращиваются зерновые и технические культуры, мы попытаемся оценить биологическую сущность совмещенных посевов. Немало публикаций, которые предлагают заняться совмещенными посевами в севооборотах. Основная масса сведений касается посевов двух и очень редко трех культур. Поведение в двойной смеси отдельных культур очень трудно перенести на их поведение в более сложных посевах. Совмещение разных культур в одном севообороте ограничивается рядом агротехнических приемов. Их посев осуществляется одновременным посевом семян всех культур, посевом семян разных культур порознь, посевом вразброс, в определенном порядке и т. д.

Совмещенные посевы пшеницы, свеклы, сои с другими культурами – горохом, чиной – являются достаточно усложненными системами для управления по сравнению с одновидовыми. Расширенное изучение совмещенных посевов может дать хороший материал для разработки основ теории экологической сельскохозяйственной инженерии. Важнейшими компонентами совмещенных посевов (например, в Китае) являются кукуруза и соя. Урожайности совмещенных посевов этих культур на 20–25 % выше, чем чистых посевов. Смешанные посевы выделяются также стабильностью урожаев по годам по сравнению с чистыми посевами. Они также более устойчивы к засушливым погодным условиям, к вредителям и болезням, более конкурентоспособны к сорным растениям.

При создании совмещенных посевов наблюдается снижение урожая отдельных культур. Например, в наших опытах сорго существенно снижает урожай в посевах с соей. Смешанные посевы кукурузы и вьющейся фасоли в Южной Америке, пшеницы и гороха на Кубани и другие примеры характеризуют проявление особенностей отдельных культур в совмещенных посевах. Разобраться в характере взаимодействия таких посевов можно при изучении

поведения отдельных видов в чистых и смешанных посевах. Безусловно, совмещенные посевы характеризуют затраты ручного труда, что связано с недостатком разработанных технологий [17, 22].

В мелких и крупных хозяйствах к технологиям системы земледелия и выращивания сельскохозяйственных культур требуется разный подход. В крупных хозяйствах следует опробовать новое направление, включающее две основные формы: посев и уборка урожая. Такой процесс, как подготовка почвы необходимо существенно скорректировать с учетом соответствия экологии видов растений и почвы и расширением использования в верхнем слое мульчи, особенно в сухие годы. Направление интенсивного земледелия привело к тупиковому варианту. Появление новых технологий и углубление наших знаний сегодня о характере функционирования агроландшафтов требует искать новые подходы к использованию почвенного покрова [21].

Убежденность в необходимости придать земледелию природный характер подтверждается многими факторами исследований: поведением в почве органического вещества и живых организмов, характером соотношения углерода, азота и фосфора и рядом других особенностей. В связи с этим современная подготовка научных кадров сельского хозяйства должна решать такие проблемы на экологической основе.

Первым энергетическим субстратом пищевых цепей для многих бактерий, грибов, простейших, многоножек, насекомых, дождевых червей, кротов и т. д. в почве является детрит. Внесение сложного компоста повышает численность живых организмов, превращая отмершие остатки организмов частично в гумус, перемешивая их с нейтральной частью почвы и заметно их структурируя. Важную роль в этом процессе играют дождевые черви, которые через свой пищеварительный тракт прогоняют до 40 т/га почвы в год, соединяя минеральные и органические части в прочные структуры. Гумус не является вечным органическим веществом, не усваивается никакими организмами, и, по разным оценкам, разлагается ежегодно от 30 до 50 % гумуса в расчете на объем почвы. Органическое вещество подразделяется на гумус и органические остатки, еще сохраняющие свое первоначальное анатомическое строение [21].

Выделяют следующие составляющие гумуса: гуминовые кислоты, гумины, фульвокислоты и гиматомилановые кислоты. Основную роль в образовании гумуса выполняют почвенные организмы. Первая фаза гумификации в основном осуществляется плесневыми грибами и неспороносными бактериями, вторая – споровыми бактериями, третья – целлюлозообразующими миксобактериями и четвертая – актиномицетами. Снижение запасов гумуса в почве определяется следующими причинами: водная и ветровая эрозия, избыток физиологически кислых минеральных удобрений и поступающих органических остатков при смене природных биоценозов на агроценозы, преобладание отдельных культур в севообороте и монокультурное хозяйство, распашка земель, осушение гидроморфных почв, орошение, усиление активности микрофлоры и микрофауны, загрязнение ТМ, нефтью и другими веществами [21, 22].

Агроландшафт в целом состоит из нескольких видов культурных растений и сорняков и имеет ряд преимуществ перед чистыми посевами, включая формирование фотосинтетического аппарата значительной площади в разных ярусах, с увеличением количества которых повышается эффективность перехвата растениями солнечной радиации и фотосинтез; ввиду размещения корневых систем и других подземных частей в разных слоях почвы полнее используются минеральные вещества и вода; в силу несовпадения максимума потребления влаги и питательных веществ удается избежать пиковых ситуаций в конкуренции и удовлетворять потребности посева в основных жизненных факторах. Введение отличающихся биологическими признаками видов происходит полное использование гидротермических ресурсов отдельных лет и образование стабильных урожаев; культуры разных видов реже страдают от вспышек вредителей и болезней; плотный растительный покров замедляет развитие водной и ветровой эрозии и сохраняет почвенное плодородие; в смешанных посевах рациональнее используется азот и другие питательные вещества, а ТМ переводятся в недоступное для растений состояние [21, 22, 27].

Важную роль в функциональной устойчивости агроландшафтов играют лесные полосы, которые отличаются большой листовой поверхностью и значительным количеством глубокого проникновения корней в эдафотопе. Лесополосы хорошо защищают почву, притягивают влагу, переводят дождевую влагу в подпочвенные стоки. Кроме того, за счет роста своих корней деревья образуют расщелины в подстилающей породе, что тоже благоприятно сказыв-

вадается на улучшении связи подземной и надземной сред. Лесные полосы должны стать важным звеном при общем оздоровлении нарушенных агроландшафтных комплексов, которых у нас, даже не затрагивая пашни, очень много.

6. Функциональная устойчивость агроландшафтов. Внесение в почву сложного компоста поддерживает в структуре субстрата все формы частиц в отдельных гранулах. Минеральные частицы почвы разделяются по массе на самую тяжелую часть – песок, затем выделяется пыль и глина. Такой подход по сравнению с контролем помогает нам определить долевое участие в почве отдельных частиц, а внесение сложного компоста способствует их структурированию во времени и поддержанию таких функций в течение 5–6 лет. Соотношение указанных частиц в почве определяет её свойства. Суглинки, содержащие 40 % песка, 40 % пыли и 20 % глины, при внесении сложного компоста пролонгируют до 6–7 лет функциональную устойчивость почвенного покрова в агроландшафте.

Гранулометрический состав с внесением сложного компоста в основном улучшает основные качественные характеристики почв: ионообменную емкость, инфильтрационную и водоудерживающую способность, высокую аэрацию. Сложный компост оказывает значительное влияние на гранулометрию почвы, включающую лиофильные отходы неорганического происхождения (фосфогипс, галиты, мел, зола и т. д.), характеризуются высокой термодинамической равновесностью и дисперсностью, образуются как отходы при производстве продукции из природного сырья и довольно долго сохраняют стабильность своей структуры [21].

Лиофобные дисперсные системы отходов растительности и животных, растительных остатков, отходов быта и т. д. термодинамически неравновесны, обладают большим избытком энергии. Поэтому в целом сложный компост несет комплексную информацию определенного количественного и качественного свойства. Аграрный ландшафт призван поставлять человеку пищу, воду и чистый воздух, способствуя его здоровому существованию и гармоничной связи с природными системами, представляя в совместном варианте комплекс жизнеобеспечения [10, 21].

Таким образом, в крае земледелие идет по пути поисков новых приемов ведения сельского хозяйства и расширения знаний человека о превращении и перемещении питательных веществ и воды в искусственных сообществах, что будет способствовать переходу к минимальной обработке почвы; повышению эффективности использования энергии; сокращению потери воды и снижению почвенной эрозии при орошении; снижению расхода минеральных и органических удобрений и повышению их эффективности; использованию пожнивных остатков и стерни для мульчирования почвы; увеличению числа культур в севообороте; снижению применения пестицидов, особенно широкого спектра действия; насыщению севооборотов многолетними, и в первую очередь бобовыми культурами; селекции сортов растений с высоким коэффициентом в определенных районах; повышению плодородия почвы и снижению загрязнения их химическими веществами.

Управление агроландшафтами осуществляется извне, где оно происходит быстрее, поэтому целесообразнее организовывать агросистемы, чтобы именно внутренние регуляторы способствовали увеличению их эффективности и стабильности. О формировании аграрных ландшафтов Кубани и их функциональной устойчивости нами опубликовано около 20 научных статей с обобщением результатов работ по изучению влияния сложного компоста на верхний слой чернозема обыкновенного и продуктивность сельскохозяйственных культур. Изучение особенностей коллоидов в отходах различного производства, соотношения органического углерода и азота как важного свойства сложного компоста, экологических основ симбиотического развития растений в совмещенных посевах, а также отходов производства и потребления составляют сырьевую основу сложных компостов. Сложный компост влияет на расширение спектра экологических ниш в агроландшафте на основе функционирования совмещенных посевов; его использование при выращивании озимой пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы трансформирует азот в верхнем слое чернозема обыкновенного и детоксицирует агроландшафтные системы. Компост выступает как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами и оказывает влияние на физические, химические и биологические свойства почвенного покрова, изменяет агрегатный состав чернозема обыкновенного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Значение консорциев в организации биоценозов / И. С. Белюченко // Биологические науки. – 1976. – № 1. – С. 71–77.
2. Белюченко И. С. Изучение сезонного развития кормовых растений тропиков и субтропиков / И. С. Белюченко // Ботанический журнал. – 1976. – Т. 61. – № 3. – С. 409–421.
3. Белюченко И.С. Тропические многолетние кормовые злаки (особенности биологии и интродукции) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05 / Гл. бот. сад АН СССР. – М., 1985. – 32 с.
4. Белюченко И. С. К вопросу о выходе растений на сушу / И. С. Белюченко // Бюл. Ботсада им. И. С. Косенко. – 2000. – № 17. – С. 113–126.
5. Белюченко И. С. Еще раз о выходе растений на сушу / И. С. Белюченко // Бюл. Ботсада им. И. С. Косенко. – 2001. – № 18. – С. 36–47.
6. Белюченко И. С. Особенности цветения и строение эмбриональных структур *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Pjip / И. С. Белюченко, Г. К. Киселева // Бюл. Ботсада им. И. С. Косенко – 2002. – № 19. – С. 3–120.
7. Белюченко И. С. Влияние выбросов Белореченского химзавода на содержание стронция в окружающих ландшафтах / И. С. Белюченко, Е. И. Муравьев, Д. В. Петренко // Труды КубГАУ – 2007. – № 6. – С. 66–71.
8. Белюченко И. С. Влияние фосфогипса на развитие и урожайность посевов озимой пшеницы / И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, О. А. Мельник, Ю. Ю. Петух, Л. Б. Попок, Д. А. Славгородская, Е. В. Терещенко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 26–34.
9. Белюченко И. С. Влияние фосфогипса на развитие и урожайность посевов озимой пшеницы / И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, О. А. Мельник и др. // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 26–34.
10. Белюченко И. С. К вопросу о роли леса в функциональном восстановлении бассейнов степных рек края / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 3. – С. 3–14.
11. Белюченко И. С. Экологическое состояние бассейнов степных рек Кубани и перспективы их развития / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 2. – С. 5–16.
12. Белюченко И.С. Введение в антропогенную экологию : учебное пособие для студентов и слушателей ФПК экологических специальностей вузов / И. С. Белюченко // Краснодар, 2011. – 265 с.
13. Белюченко И. С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв / И. С. Белюченко // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 39. – С. 63–68.
14. Белюченко И. С. Влияние сложных компостов на свойства почвы и формирование почвенной биоты / И. С. Белюченко, Ю. Ю. Никифорова // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 4. – С. 3–50.
15. Белюченко И. С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 88–113.
16. Белюченко И. С. Изменение плотности и аэрации пахотного слоя чернозема обыкновенного под влиянием сложного компоста / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская // Доклады РАСХН. – 2013. – № 2. – С. 40–42.
17. Белюченко И. С. Интродукция растений как метод расширения видового состава культурных фитоценозов в южных районах СНГ / И. С. Белюченко, Б. А. Мустафаев // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 73–89.
18. Белюченко И. С. Сложные компосты как источник расширения экологических ниш культурных растений в системе почвенного покрова / И. С. Белюченко // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : сб. трудов III Междунар. научн. эколог. конф. – Краснодар, 2013. – С. 12–14.
19. Белюченко И. С. К вопросу о функциональной устойчивости почвенного покрова агроландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 41. – С. 79–89.

20. Белюченко И. С. Перспективы развития агроландшафтных систем Кубани / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2015. – Т.11. – № 2. – С. 34–44.
21. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 418 с.
22. Добровольский Г. В. Экологические функции почв / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. М. : Изд-во МГУ, 1986. – 136 с.
23. Добровольский Г. В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М. : Наука, 2000. – 185 с.
24. Добровольский Г. В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. М. : Изд-во МГУ, 2012. – 412 с.
25. Ковда В. А. Роль и функции почвенного покрова в биосфере Земли / В. А. Ковда. – Пушино : ОНТИ НЦБИ АН СССР. 1985. – 10 с.
26. Муравьев Е. И. Влияние отходов химического производства на загрязнение окружающих ландшафтов / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 4. – С. 77–86.
27. Муравьев Е. И. Влияние фосфогипса на развитие и продуктивность растений кукурузы в севообороте / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко, В. В. Гукалов и др. // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 107–111.
28. Муравьев Е. И. Влияние фосфогипса на развитие растений сахарной свеклы в степной зоне Краснодарского края / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 112–114.
29. Муравьев Е. И. Коллоидный состав и коагуляционные свойства дисперсных систем почвы и некоторых отходов промышленности и животноводства / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко // Труды КубГАУ. – 2008. – № 11. – С. 177–182.
30. Петренко Д. В. Влияние отходов Белореченского химзавода на содержание стронция в окружающих ландшафтах / Д.В. Петренко, И.С. Белюченко / Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 1. – С. 4–79.
31. Соколов И. А. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент / И. А. Соколов, В. О. Таргульян // Сборник трудов по освоению природной среды. – М., 1976. – С. 150–164.
32. Belyuchenko I. S. El cultivo de la herba *Indigofera hirsuta* / I. S. Belyuchenko // Agro-tecnia de Cuba. – Habana, 1964. – № 3. – 53 p.
33. Belyuchenko I. S. El cultivo del frijol *Canavalia* / I. S. Belyuchenko. – Cuba, Habana : INRA, 1965. – 87 p.
34. Belyuchenko I. S. Канавалия (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) и некоторые особенности ее культуры : дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1966. – 24 с.
35. Belyuchenko I. S. Reservas nutritivas y su importancia en la actividad vital de las gramineas / I. S. Belyuchenko // Revista agropecuaria de Cuba. – 1971. – № 3. – P. 45–53.
36. Belyuchenko I. S. Seasonal growth and development of tropical and subtropical fodder crops / I. S. Belyuchenko // Studia i mater. – Krakov, 1977. – № 2. – P. 5–25.
37. Belyuchenko I. S. The yield structure of forage grasses in monodominant stands / I. S. Belyuchenko // Beitrage trop., subtr. Landw., Veterin. – DDR, Leipzig. – 1978. – № 2. – P. 121–135.
38. Belyuchenko I. S. Factores que afectan la estructura de pastos puros de gramineas. I. Influencia de los tipos de tallos y la fertilidad del suelo / I. S. Belyuchenko // Rev. Cubana Cienc. Agric. – 1979. – № 13. – P. 179–196.
39. Belyuchenko I. S. Evolutionary and ecological approaches to the plants introduction in practice / I. S. Belyuchenko // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 104–111.
40. Belyuchenko I. S. As to the evolutionary relationships of different level systems in the biosphere / I. S. Belyuchenko // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 17–50.
41. Belyuchenko I. S. Wastes of different production and their properties'in / I. S. Belyuchenko // Ciencia e Tecnica Vitivinicola. – Printed in Portugal. – 2014. – Vol. 29. – № 9. – P. 37–50.
42. Belyuchenko I. S. The Influence of Complex Compost on the Aggregate Composition and Water and Air Properties of an Ordinary Chernozem / I. S. Belyuchenko, D. A. Antonenko // Pochvovedenie. – 2015. – PP. 858–864.

СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ НАВОЗА

Теучеж Аминет Аслановна, доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

В статье рассматриваются хранение и применение различных видов навоза и птичьего помета. Под яровые культуры навоз лучше запахивать осенью, за исключением легких почв. Перегной следует вносить весной. Навоз при внесении необходимо сразу запахать. Чтобы сократить потери азота, которые за 2 мес могут достигать 30–60 % от первоначального его количества, помет нужно хранить, компостируя послойно по 20 см с различными влагопоглощаемыми материалами – торфом, опилками или соломенной резкой 25–50 % от веса помета. Сухой компост поливают. Через 2 мес он готов. При этом в нем погибают патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов, и семена сорняков. Питательные вещества помета быстро растворяются в воде, легко усваиваются. Кроме того, они высвобождаются постепенно и поэтому, в отличие от минеральных удобрений, сохраняют свое действие 2–3 года.

Ключевые слова: навоз, навозная жижа, птичий помет, органические удобрения, компосты, перегной, сельскохозяйственные животные, минеральные вещества.

METHODS OF STORAGE AND USE OF DIFFERENT TYPES OF MANURE

Teuchezh A. A.

The storage and use of various types of manure is discussed in the article. Existing methods of storing manure and applying manure and bird droppings are considered. In autumn, manure is better to be applied under spring crops, with the exception of light soils. Humus should be added in the spring. Manure should be immediately plowed when it is applied. Nitrogen losses in the droppings for 2 months can reach 30–60% of its initial amount. Therefore, to reduce of nitrogen losses, droppings should be stored composting layer by layer 20 cm with various moisture-absorbing materials - peat, sawdust or straw 25–50% of the weight of the droppings. Dry compost watered, and after 2 months it is ready. During this time, pathogenic microorganisms, helminth eggs, and weed seeds are dying. The nutrients of droppings quickly dissolve in water and are easily digested of plants. In addition, they are released gradually and therefore, unlike mineral fertilizers, retain their effect for 2–3 years.

Key words: manure, slurry of manure, bird dropping, organic fertilizers, composts, humus, agricultural animals, minerals substances.

Существуют следующие способы хранения навоза.

Горячий способ хранения навоза – рыхлая укладка. Навоз рыхло укладывают в штабеля шириной 2–3 м и высотой 1,5–2 м. При этом создаются благоприятные условия для аэробных бактерий, и температура навоза поднимается до 70 °С. Через 3–4 месяца может потеряться из-за перепревания 1/2–1/3 часть сухого органического вещества. Этот способ применяют, когда требуется в короткий срок получить хорошо разложившийся навоз [1, 4, 5].

Холодный способ хранения – навозаплотная укладка. Навоз плотно укладывают в штабеля шириной не менее 2–3 м и высотой 1,5–2 м. После утрамбовывания массы штабеля его сверху накрывают, чтобы уменьшить поступление воздуха и сократить потери азота. При этом разложение, за исключением поверхностных слоев, происходит в анаэробных условиях (без доступа воздуха) при температуре 20–25 °С зимой и 30–35 °С летом. Разложение происходит медленнее, чем при горячем способе. Свежий навоз превращается в полуперепревший через 3–5, а перепревший – через 7–6 мес. За 3–4 мес навоз теряет 1/9–1/10 часть сухого вещества. Этот способ наиболее приемлемый [14, 17, 18].

Горяче-уплотненный способ хранения навоза – рыхлая с уплотнением укладка. Свежий навоз укладывают сначала рыхло метровым слоем шириной 2–3 м, а на 3–5-й день, когда навоз разогреется до 50–60 °С, его сильно уплотняют и на него таким же образом укладывают следующие слои, пока высота штабеля не достигнет 1,5–2 м. После уплотнения навоз разлагается в анаэробных условиях при температуре 30–35°. Полуперепревший навоз обра-

зуются через 1,5–2, перепревший – через 4–5 мес. Этот способ хранения применяют в случаях, когда в навозе имеются возбудители болезней или необходимо ускорить его разложение [13, 19, 20].

Можно применять добавки к навозу. Удобрительные качества навоза будут лучше, если при его укладке добавить послойно через 15–20 см суперфосфат до 2 % от массы или 3–5% фосфоритной или костяной муки. Навоз будет храниться лучше, если его компостировать с торфом. Если нет торфа, его можно заменить почвой, но ее должно быть меньше – 20–30 % от массы навоза [10, 11, 12].

Применение навоза. Под яровые культуры навоз лучше запахивать осенью, за исключением легких почв. Перегной следует вносить весной. Навоз при внесении необходимо сразу запахать, чтобы уменьшить потери органики и азота. Запахивают навоз на глубину пахотного слоя, на тяжелых почвах несколько мельче, чем на легких. Более разложившийся навоз запахивают на меньшую глубину. При недостатке навоза его можно заделывать в лунки или гнезда в половинной норме. Перепревший навоз полезно вносить и при посадке деревьев и кустарников из расчета 5–10 кг в посадочную яму [2, 3, 6].

Дозы определяют в зависимости от культур и исходя из норм использования растениями питательных веществ в первый год после заделки. На менее окультуренных почвах, во влажных и холодных районах дозы навоза обычно более высокие [7, 8, 9].

В первый год после заделки навоза использование питательных веществ из него, в зависимости от вида навоза, особенностей культур, составляет часть (%) порядка 8–38 азота, 30–55 фосфора, 46–80 калия (таблица 1).

Таблица 1 – Использование растениями в первый год части питательных веществ из навоза

Навоз	N, г/кг навоза	P, г/кг	K, г/кг
Свежий навоз на соломенной подстилке			
коровий	0,4–1,7 (1,0)*	0,8–1,5 (1,1)	2,3–4 (3,1)
конский	0,5–2,2 (1,3)	0,8–1,3 (1,0)	3,0–5,1 (4,0)
свиной	0,4–1,7 (2,0)	0,6–1,0 (1,3)	2,8–4,8 (4,8)
овечий	0,7–3,1 (1,9)	0,8–1,3 (1,0)	3,1–5,4 (4,2)
Свежий навоз, на торфяной подстилке			
коровий	1,2–3,0 (2,1)	0,8–1,4 (1,1)	2,4–4,2 (3,3)
конский	1,6–2,3 (2,0)	0,7–1,2 (1,0)	2,2–3,8 (3,0)
* В скобках даны средние значения (г/на 1 кг навоза). Действие навоза продолжается на легких песчаных почвах 3–4 года, на глинистых 6–10 лет.			

Для удобрения лучше использовать перепревший или, хотя бы, полуперепревший навоз, а под посев – только перепревший, а лучше перегной. В свежем солоmistом навозе количество доступного для растений азота недостаточно, особенно в первые два месяца после внесения его в почву [15, 16, 18].

Конский и овечий навоз разлагается быстрее, ввиду чего его целесообразно применять на тяжелых почвах, где разложение органического вещества происходит медленно.

Хранение помета. Чтобы сократить потери азота, которые за 2 мес могут достигать 30–60 % от первоначального его количества, помет нужно хранить, компостируя послойно по 20 см с различными влагопоглощающими материалами – торфом, опилками или соломенной резкой 25–50 % от массы помета. Сухой компост поливают. Через 2 месяца он готов. При этом в нем погибают патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов, и семена сорняков. Такой пометный компост лучше заделывать в почву осенью. На песчаных почвах это можно сделать весной – за две недели до посева [5, 12, 14].

Птичий помет можно также хранить в сухом месте в смеси с торфокрошкой или порошковидным суперфосфатом, соответственно в соотношении 25–60 и 6–10 % от массы помета, или в закрытой таре, компостируя его с различными поглощающими влагу материалами: торфом, опилками или соломенной резкой в соотношении 3 : 1. Сухой помет лучше хранить в какой-либо емкости: полиэтиленовом мешке, бочке и т. п., защищенной от воздуха [14, 18, 20].

Применение помета. Питательные вещества помета быстро растворяются в воде, легко усваиваются. Кроме того, они высвобождаются постепенно и поэтому, в отличие от минеральных удобрений, сохраняют свое действие 2–3 года, что необходимо учитывать при внесении помета [10, 14, 19].

Птичий помет можно применять и осенью при перекопке почвы в норме 1–1,5 кг сырого помета или 0,6–0,8 сухого или в меньших дозах: 0,3–0,5 сырого помета 0,2–0,3 сухого для внесения в борозды. Для жидких подкормок 0,05–0,1 кг помет разбавляют водой непосредственно перед внесением в почву в соотношении 1 : 10 или 1 : 12 и тщательно перемешивают. Применяют в основном для подкормки. Чтобы устранить вредное действие помета, его вносят вместе с соломой, торфом или опилками в соотношении 3 : 1 [10, 14, 19].

В торфе содержится немного доступных для растений питательных элементов, но зато он увеличивает содержание гумуса и улучшает структуру почвы. Содержится относительно много азота, находящегося, однако, в плохо усвояемой форме. Для перевода органических форм азота в доступные для растений минеральные формы нитратов, аммиака торф экономически целесообразно использовать для приготовления компостов. Темный цвет торфа способствует поглощению тепла и быстрому прогреву почвы [5, 6, 8].

По степени разложения различают три типа торфа. Верховой отличается слабой степенью разложения растительных остатков и высокой кислотностью. Низинный характеризуется высокой степенью разложения и меньшей кислотностью. Переходный торф занимает промежуточное положение между ними [3, 7, 9].

Таблица 2 – Химический состав различных типов торфов, % :

Типы торфов	Азот	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калий (K ₂ O)	Известь (CaO)	Зольность
Верховые	0,2–1,6	0,06–0,12	0,1	до 0,5	до 5
Низинные	1,8–3,3	0,11–0,6	0,1–0,25	2,5–6 и более	8–15
Переходные	1,2–1,8	0,1	0,1	0,5–2,5	0,5–0,8

Торф обогащает почву органикой, способствует регуляции влажности почвы, улучшает ее структуру. Применяют в основном для компостов и мульчирования. Применять торф для удобрений в чистом виде экономически невыгодно, так как он содержит мало питательных веществ и затраты не окупаются прибавкой урожая. Необходимо иметь в виду, что все торфа разлагаются в почве медленно и заключенные в них питательные вещества не могут быть быстро использованы растениями. Для удобрения почвы можно применять выветрившийся низинный торф с высокой степенью разложения 35–60 %. Переходный и верховой торф используют для компоста (12, 15, 17).

Вносят торф в любое время года, даже зимой по снегу. Но нельзя забывать, что к нему необходимо добавлять известь.

Перегнойная земля. Дерново-перегнойная и навозно-перегнойная земля, лучше суглинистая, – это ценное удобрение и прекрасный компонент для почвенных смесей. Занимает промежуточное положение между огородной землей и перегноем.

Дерново-перегнойная земля. Весной нарезают дерн толщиной около 10–15 см с мощным травостоем. Укладывают дернины рядами трава к траве в штабеля в виде куба со стороной 1 м. Каждый 25–30-см слой дерна переслаивают на 5 см слоем свежего навоза, навозной жижи, помета или фекалий. По мере укладки пласты дерна увлажняют (10, 14, 19).

В верхнем слое оставляют углубление для полива и сбора дождевой воды. Размеры штабеля не должны по высоте и ширине превышать 1,8 м. Для защиты от дождя штабель укрывают пленкой, но поддерживают во влажном состоянии – летом время от времени поливают водой или лучше разбавленной навозной жижой и один, лучше два раза, перекадывают. К осени земля готова (5, 10, 14).

Навозно-перегнойная земля. Получают ее из разложившегося навоза, смешанного с землей, обычно ее берут и выдерживают еще один год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на агрегатный состав и водно-воздушные свойства чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Почвоведение. – 2015. – № 7. – С. 858–864.
2. Белюченко И. С. К вопросу о функциональной устойчивости почвенного покрова агроландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 4. – С. 79–89.
3. Белюченко И. С. Вопросы защиты почв в системе агроландшафта [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 95. – С. 232–241.
4. Белюченко И. С. Сложный компост и круговорот азота и углерода в агроландшафтных системах [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 160–180.
5. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 41–47.
6. Белюченко И. С. Органические и минеральные отходы производства как сырьевая основа сложных компостов / И. С. Белюченко // Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах : Материалы междунар. науч.-практ. конф. Нижегородская ГСА. – 2014. – С. 41–47.
7. Белюченко И. С. Влияние внесения органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 32. – С. 69–71.
8. Белюченко И. С. Влияние органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 88–90.
9. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на физические свойства почвенного покрова [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 95. – С. 275–294.
10. Белюченко И. С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.
11. Белюченко И. С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 101. – С. 522–551.
12. Белюченко И. С. Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, В. Н. Гукалов и др. // Тр. КубГАУ. – 2010. – Т. 1. – № 26. – С. 33–37.
13. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.
14. Теучеж А. А. Применение птичьего помета в качестве органического удобрения [Электронные ресурсы] / А. А. Теучеж // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 128 (04). – С. 914–931.
15. Теучеж А. А. Изучение роли подвижного фосфора в системе почва – удобрения – урожай [Электронные ресурсы] / А. А. Теучеж // Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 127 (03). – С. 905 – 917.

16. Теучеж А. А. Содержание фосфора в различных сельскохозяйственных культурах / А. А. Теучеж // Тр. КубГАУ. – 2017. – Вып. 1 – (64). С.139-147.

17. Теучеж А. А. Технология ускоренной переработки бесподстилочного свиного навоза в органическое удобрение / А. А. Теучеж // Тр. КубГАУ. – 2017. – Вып. 2 – (65). С. 157-165.

18. Теучеж А. А. Микробиологические, биохимические и технологические основы использования отходов животноводства / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 60–66.

19. Теучеж А. А. Состав и свойства наполнителей для производства органических компостов / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 3.

20. Теучеж А. А. Динамика фосфора в системе агроландшафта: на примере изучения агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края : дис. ... канд. биол. наук. / А. А. Теучеж. //– Краснодар, 2007. – 121 с.

УДК 63.631.862

СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОСТОВ

Теучеж Аминет Аслановна, доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

В статье рассматриваются органические и минеральные отходы и использование их в качестве производства различных компостов. Компост является часто применяемым сильным удобрением, получаемым в результате ферментации разложения смеси органических веществ, часто с добавлением минеральных удобрений. Видов компоста много. Компостирование является микробиологическим процессом, где органические материалы служат пищей для микроорганизмов. По содержанию азота и соотношению между углеродом и азотом материалы, используемые для компостирования, делятся на три группы. Рассмотрены аэробный и анаэробный компосты. Эти два компоста отличаются процессами ферментации брожения органики. Первый – аэробный ферментация происходит с доступом воздуха, второй анаэробный – без доступа воздуха. Вторичное использование отходов различных производств в качестве сырья для получения биоудобрений позволяет освободить земельные площади от складирования отходов, что также снижает экологическую нагрузку на окружающую среду.

Ключевые слова: навоз, навозная жижа, птичий помет, органические удобрения, компосты, перегной, сельскохозяйственные животные, минеральные вещества.

METHODS OF PREPARING VARIOUS COMPOSTS

Teuchezh A. A.

Organic and mineral wastes and their use as the production of various composts are discussed in the article. Compost is a very common strong fertilizer, which is obtained as a result of fermentation of a mixture of organic substances, often with the addition of mineral fertilizers. Many different types of compost. Composting is a microbiological process, where organic materials serve as food for microorganisms. The materials used for composting are divided into three groups depending on the nitrogen content and the ratio between carbon and nitrogen. Aerobic and anaerobic composts are considered. These composts differ in fermentation processes of organic matter. The first aerobic, in which fermentation occurs with air access, the second anaerobic - without air access. Secondary use of wastes from various industries as raw materials for biofertilizer production allows to liberate land from storage of wastes, which also reduces the environmental burden on the environment.

Key words: manure, slurry of manure, poultry manure, organic fertilizers, composts, humus, agricultural animals, mineral substances.

Во всех регионах нашей страны образуется огромное количество разнообразных отходов. Большую часть органических и минеральных отходов можно использовать для производства различных компостов, применение этих компостов повышает плодородие почв. В

состав компоста могут входить отходы с различными свойствами и характеристиками, правильное сочетание которых позволит получить высокоэффективное органоминеральное удобрение [10, 13, 15].

Компост является очень распространенным сильным удобрением, получаемым в результате ферментативностью разложения смеси органических веществ, часто с добавлением минеральных удобрений. Различных видов компоста много [5, 8, 9]. Компостирование является микробиологическим процессом, где органические материалы служат пищей для микроорганизмов. Для них небезразличен химический состав того материала, который служит для них питательным субстратом. Для активности микроорганизмов существенное значение имеет соотношение в исходном материале углерода и азота. Установлено, что наиболее благоприятным для деятельности микроорганизмов является соотношение в пределах 11–20 частей углерода на 1 часть азота, то есть углерода может быть больше, но в определенных пределах [12, 18, 20].

По содержанию азота и соотношению между углеродом и азотом материалы, используемые для компостирования, делятся на три группы:

1. Материалы с низким содержанием азота ниже 0,7 %. Они разлагаются медленно, с большой потерей органического вещества. К этой группе относятся: опилки, бумага, древесная кора, солома. Рекомендуется компостировать их с добавлением материалов, богатых азотом.

2. Материалы со средним содержанием азота 0,7–1,5 %. Они составляют основную массу компостируемого материала. Их можно использовать без добавления азота, в таком случае получаемый из них компост обладает небольшой эффективностью как удобрение; применяется он главным образом для улучшения почвы. К этой группе относятся: послеуборочные остатки, выколотые сорняки, кухонные отходы, древесная листва.

3. Материалы с содержанием азота выше 1,5 %. Они используются как добавки к материалам первой и второй группы для повышения качества компоста. Компост, полученный с этими добавками, представляет собой хорошее удобрение для растений. К этой группе относятся: навоз, птичий помет, стебли и листья бобовых, молодая скошенная трава, все отходы мясоперерабатывающей промышленности, рыбные отходы, ил из прудов.

В компост обязательно надо добавлять некоторое количество земли. С землей в компост вносят те микроорганизмы, которые осуществляют разложение растительных остатков. К тому же земля содержит минералы, которые, хотя и в небольшом количестве, входят в состав хорошего компоста. Землю и торф добавляют и для того, чтобы предотвратить потери жидких и газообразных веществ, образующихся при ферментации (разложении органических веществ). При компостировании добавляют послойно через 15–20 см смесь земли и торфа или только землю. В оптимальном варианте компост должен содержать около 70 % растительных остатков, 20 % навоза и 10 % земли [2, 11, 14].

Чтобы обезвредить действие кислот, образующихся при ферментации, и получить из компоста хорошее универсальное удобрение, при закладке компоста в него добавляют известь, если ее нет в компостируемом материале. Это, прежде всего, известняковая или доломитовая мука ($4\text{--}5 \text{ кг/м}^3$), которая увеличивает содержание кальция и магния и нейтрализует кислотность. Известь обязательно добавляют к кислому торфу, опилкам, стружкам, хвое, листьям деревьев и т. п. [16, 17, 19].

Компостная масса должна быть все время влажной. Если компостируемый материал сухой, при укладке в кучу его постепенно увлажняют навозной жижей, разбавленными фекалиями (1:3), раствором микробиологических удобрений или просто водой. В жаркую погоду компостную кучу надо регулярно поливать, это важно также для размножения червей [3, 4, 20].

Для ускорения и равномерного созревания компоста летом 1–2 раза его перемешивают перелопачиванием. Это особенно важно при использовании для компостирования фекалий и т. п. добавок, которые могут содержать яйца глистов и др. возбудителей болезней. Температура наружных слоев кучи ниже, поэтому эти слои не обеззараживаются. Лучше, если эти

слои снять (не использовать для удобрений) и добавить в новую кучу. Чтобы ускорить процесс ферментации, «разогрев» массы следует довести до температуры 60 °С. Для этого надо сразу полить компост горячей водой 60–70 °С. При этом погибают болезнетворные микробы, однако качество компоста несколько ухудшается (14, 18, 19).

Компост считается готовым, когда большая часть массы полностью разложится, становится однородной, темно-коричневой. В результате получается сыпучее, удобное для применения удобрение. Процесс компостирования зависит от компонентов.

Аэробный и анаэробный компосты. Эти два типа компостов отличаются процессами ферментации брожения органики. Первый *аэробный* – ферментация происходит с доступом воздуха, второй *анаэробный* – без доступа воздуха. Преимущества того и другого представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки различных компостов

	Аэробный компост	Анаэробный компост
Преимущества	Период ферментации более короткий, чем в анаэробном компосте. Легче формировать	Сохраняется питательная ценность органики. Через 1–2 мес можно закладывать в почву
Недостатки	Температура в процессе ферментирования не управляема, из-за чего питательная ценность органики значительно ухудшается	Силосообразная масса доставляет неудобства при внесении в почву

В достаточно отферментированном аэробном или анаэробном компосте при pH 7,0 очень хорошо размножаются полезные дождевые черви, превращая компостную кучу в «червятник». Капролиты (окаменевшие испражнения червей) вместе с разложившейся органикой, минеральными макро- и микро-элементами – основа плодородия почвы. Тонна такой биомассы дает до 3 т дополнительного и более раннего урожая [1, 5, 10].

Аэробный компост. Для приготовления такого компоста на незаливаемом водой месте, желательно в тени, выбирают площадку шириной не менее 2 м произвольной длины. Органику компостируют в кучу или штабель высотой 1 м, шириной у основания до 2 м. На дно рекомендуется уложить радиально жерди, а сверху на них постелить ветки. В этом случае удобно аэрировать кучу, периодически встряхивая ее за выступающие наружу концы жердей. Сначала укладывают слой до 30 см, впитывающий влагу торф, опилки, листья, размельченную солому. Затем разную органику закладывают слоями толщиной 15–20 см. Каждый слой присыпается слоем садовой земли – тем самым добавляется микрофлора. Отходы увлажняют разбавленной в воде фекальной массой, добавляя к жиже золу. Из эстетических соображений кучу можно огородить сеткой (металлической, пластмассовой) или деревянной опалубкой (между досками должен быть зазор для проникновения воздуха). Для нейтрализации земли, торфа и опилок их известкуют. При большом содержании в компосте торфа или растительных остатков в него полезно добавлять азотные удобрения или навоз; однако в этом случае известь не применяют, иначе начнет выделяться аммиак (азот). Сверху кучу обкладывают землей слоем 10–20 см для поглощения выделяющихся газов. Компост должен быть всё время влажным, но не переувлажненным. При аэробном процессе влажность компоста желательно довести до 60 %. На зиму сверху его укрывают старой пленкой для утепления. Под пленку желательно уложить утепляющий слой 30–40 см из торфа, сухих листьев, лапника или камыша, а зимой дополнительно набросать снег. К весне компост бывает обычно готов [4, 18, 19].

Анаэробный компост. Его удобно готовить в яме, лучше цементированной, глубиной 0,5 м. Компост надо утрамбовать, покрыть пленкой и сверху ее присыпать землей. Если делают стенки, они должны быть непроницаемы для воздуха. Закисшая масса силоса готова через 0,5–2 мес. В почве компост через месяц становится отличным кормом для дождевых червей. А они для плодородия почвы просто необходимы [7, 8, 18].

Вторичное использование отходов различных производств в качестве сырья для получения биоудобрений позволяет освобождать земельные площади от складирования отходов, что также снижает экологическую нагрузку на окружающую среду [5, 6, 9].

ЛИТЕРАТУРА

21. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на агрегатный состав и водно-воздушные свойства чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Почвоведение. – 2015. – № 7. – С. 858–864.
22. Белюченко И. С. К вопросу о функциональной устойчивости почвенного покрова агроландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 4. – С. 79–89.
23. Белюченко И. С. Вопросы защиты почв в системе агроландшафта [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 95. – С. 232–241.
24. Белюченко И. С. Сложный компост и круговорот азота и углерода в агроландшафтных системах [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 160–180.
25. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 41–47.
26. Белюченко И. С. Органические и минеральные отходы производства как сырьевая основа сложных компостов. Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах / И. С. Белюченко // Материалы междунар. науч.-практ. конф. Нижегородская ГСХА. – 2014. – С. 41–47.
27. Белюченко И. С. Влияние внесения органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 32. – С. 69–71.
28. Белюченко И. С. Влияние органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 88–90.
29. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на физические свойства почвенного покрова [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 95. – С. 275–294.
30. Белюченко И. С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.
31. Белюченко И. С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 101. – С. 522–551.
32. Белюченко И. С. Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, В. Н. Гукалов и др. // Тр. КубГАУ. – 2010. – Т.1. – № 26. – С. 33–37.
33. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.
34. Теучеж А. А. Применение птичьего помета в качестве органического удобрения [Электронные ресурсы] / А. А. Теучеж // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 128 (04). – С. 914–931.
35. Теучеж А. А. Изучение роли подвижного фосфора в системе почва – удобрения – урожай [Электронные ресурсы] / А. А. Теучеж // Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ. – 2017. – № 127 (03). С. 905 – 917.

36. Теучеж А. А. Содержание фосфора в различных сельскохозяйственных культурах / А. А. Теучеж // Тр. КубГАУ. – 2017. – Вып. 1 – (64). С.139-147.

37. Теучеж А. А. Технология ускоренной переработки бесподстилочного свиного навоза в органическое удобрение / А. А. Теучеж // Тр. КубГАУ. – 2017. – Вып. 2. – (65). С. 157–165.

38. Теучеж А. А. Микробиологические, биохимические и технологические основы использования отходов животноводства / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. –2017. – Т.13. – № 2. – С. 60–66.

39. Теучеж А. А. Состав и свойства наполнителей для производства органических компостов / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 3. – С. .

40. Теучеж А. А. Динамика фосфора в системе агроландшафта: на примере изучения агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края : дис. ... канд. биол. наук. / А. А. Теучеж //– Краснодар, 2007. – 121 с.

УДК: 631.4:631.461:631.526.32: 633.31

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Попов Александр Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», *Россия, г. Санкт-Петербург, raikhimic@gmail.com*

Сун Гэ, аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», *Россия, г. Санкт-Петербург, 1093972779@qq.com*

Ковалева Наталья Михайловна, инженер, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», *Россия, г. Санкт-Петербург, nata_kovaleva79@mail.ru*

Бирилко Данила Александрович, магистрант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», *Россия, г. Санкт-Петербург, danila.birilko@yandex.ru.*

Кратко охарактеризованы компоненты почвенного органического вещества (ПОВ): гуминовые вещества (ГВ), меланины, липиды, пигменты, гидрофобины, гломалин и кероген. При традиционной оценке качественного состава ПОВ в щелочной раствор переходят все перечисленные вещества, а также продукты гидролитической деструкции детрита и частично разложившегося растительного материала. Предлагается разработать метод, основанный на сродстве компонентов ПОВ к тем или иным органическим растворителям и позволяющий отделять ГВ и меланины от гломалина и гидрофобинов.

Ключевые слова: почвенное органическое вещество, гуминовые вещества, меланины, липиды, пигменты, гидрофобины, гломалин, кероген, детрит, полуразложившиеся растительные остатки.

PROBLEMS OF SOIL ORGANIC MATTER STUDYING

Popov A. I., Song Ge, Kovaleva N. M., Birilko D. A.

The components of soil organic matter (SOM) are briefly described: humic substances (HS), melanins, lipids, pigments, hydrophobins, glomalin and kerogen. In the traditional assessment of SOM composition quality, all these listed substances and products of hydrolytic destruction of particulate organic matter are dissolved in alkaline solution. It is suggested to work out a new method based on affinity of SOM different components to various organic solvents and allowing separation off HS and melanins from glomalin and hydrophobins.

Keywords: soil organic matter, humic substances, melanins, glomalin, hydrophobins, kerogen, particulate organic matter.

Академик В. Р. Вильямс писал [3], что «с какой бы стороны мы ни рассматривали почву, с точки зрения её происхождения, её состава, её физических и химических свойств и процессов, в ней происходящих, будем ли мы рассматривать плодородие почв или содержание в ней питательных веществ, станем ли мы рассуждать об обработке почвы, об удобрении ее, об осушении или орошении – всюду сейчас всплывает вопрос об органическом

веществе почвы, как главном факторе, определяющем весь её характер, её свойства, всю физиологию почвы».

Почвенное органическое вещество – сложный комплекс индивидуальных соединений и ГВ, а также продуктов взаимодействия между собой и с минеральной частью почвы [12]. В настоящее время в составе ПОВ, кроме ГВ, включая меланины, выявлены липиды, пигменты, гидрофобины, гломалин и кероген.

Гуминовые вещества – тёмно-окрашенные природные амфифильные органические азотсодержащие рандомизованные редокс-гетерополимеры арилгликопротеидной природы. Они, как коллоидные дисперсные системы, могут образовывать не только третичную, но и четвертичную структуру [13].

Меланины – высокомолекулярные тёмно-окрашенные пигменты, которые образуются в процессе жизнедеятельности грибов, актиномицетов и бактерий, встречающихся в почвах [6, 8, 9, 14]. Эти пигменты, являясь сложными гетерополимерами, различаются как набором мономерных единиц, так и видами связей [8].

Липиды – группа природных соединений, объединённых общим свойством – практической их нерастворимостью в воде и хорошей растворимостью в органических растворителях. В состав почвенных липидов, кроме свободных жирных кислот, их триглицеридов, восков могут входить в небольших количествах и другие вещества, поступающие в почву из живых организмов. К последним относятся смоляные кислоты, пигменты и проч. [11].

Пигменты – группа окрашенных почвенных биогенных веществ, переходящих в спирто-бензольную вытяжку, которые включают в себя оксиантрахиноны и родственные им вещества, тетрапирольные соединения, каротиноиды и некоторые другие [4, 11, 17]. В почвах существует некоторый резерв порфириновых и корриновых соединений, которые могут обратимо закрепляться и сохраняться без разрушения [7].

Гидрофобины – небольшие (7–9 Да) амфифильные белки, встречающиеся исключительно в мицелиальных грибах и состоящие из примерно 100 ± 25 аминокислотных остатков. Структура гидрофобинов представлена двумя структурными доменами, каждый из которых содержит четыре остатка цистеина, вовлечённых в образование внутримолекулярных дисульфидных мостиков [1, 19].

Гломалин – сложное органическое гидрофобное соединение гликопротеиновой природы красного цвета, характеризуется иммунореакционными свойствами, способно связывать железо. Имеет много общих черт с другими биомолекулами, такими как гидрофобины и ГВ [18, 20].

Кероген – часть рассеянного органического вещества осадочных пород (низких стадий преобразования), ассоциация разнородных детритных и тонкодисперсных органических остатков, преобразованных большей частью в анаэробных условиях. Нерастворим в органических растворителях, но растворим в щелочных растворах [2].

Органическое вещество в виде частиц – фракция ПОВ размером от 0,053 до 2 мм [15] – выделяется просеиванием, включает частично разложившийся почвенный детрит и растительный материал, пыльцу и другие материалы [16].

В практике российских почвоведов оценка качественного состава почвенного ПОВ базируется на определении так называемого гумусового состояния [5, 10], который базируется на щелочном извлечении и фракционировании так называемых гумусовых кислот (гуминовых кислот, гиматомелановых кислот и фульвокислот). Однако такая система оценки качественного состава гумуса неудовлетворительна, поскольку в щелочную вытяжку помимо ГВ и меланинов переходят и липиды, и пигменты, и гидрофобины, и гломалин, и кероген. Кроме того, в результате гидролитической деструкции в жидкую фазу щелочного раствора переходят компоненты детрита и частично разложившийся растительный материал (рисунок 1).



Рисунок 1 – Переход в щелочной раствор компонентов почвенного органического вещества и фракционирование гумусовых кислот.

По нашему мнению, единственным решением изучения качественного состава ПОВ является разработка относительно простого и адекватного анализа, позволяющего отделить ГВ и меланины от гломалина и гидрофобинов. Таковым, очевидно, будет являться способ, основанный на сродстве компонентов ПОВ к тем или иным органическим растворителям. И самое главное, надо пересмотреть методологию извлечения ГВ и других компонентов ПОВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белозерская Т. А. Гидрофобины грибов: структура и функции / Т. А. Белозерская // Микология и фитопатология. – 2001. – Т. 35. – № 1. – С. 3 – 11.
2. Богородская Л. И. Кероген: методы изучения, геохимическая интерпретация / Л. И. Богородская, А. Э. Конторович, А. И. Ларичев. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005. – 254 с.
3. Вильямс В. Р. Рецензия на диссертацию П. Р. Слэзкина «Этюды о гумусе» / В. Р. Вильямс // Собрание сочинений. В 2 томах. Т. 1. – М. : Сельхозгиз, 1949. – С. 238–253.
4. Вольнова А. И. Образование почвенными грибами пигмента, сходного с фракцией гуминовой кислоты Р-типа / А. И. Вольнова, Т. Г. Мирчинк // Вестник Моск. ун-та. – 1972. – Серия 6. Биол., Почвоведение. – № 2. – С. 64–67.
5. Гришина Л. А. Система показателей гумусного состояния почв / Л. А. Гришина, Д. С. Орлов // Проблемы почвоведения : Советские почвоведы к 6-му Междунар. конгр. почвоведов в Канаде, 1978 г. – М. : Наука, 1978. – С. 42–47.
6. Звягинцев Д. Г. О природе гуминовых кислот почв / Д. Г. Звягинцев, Т. Г. Мирчинк // Почвоведение. – 1986. – № 5. – С. 68–75.
7. Козырев Ф. Н. Почвенный хлорофилл как индикатор переувлажнения почвы / Ф. Н. Козырев // Доклады ВАСХНИЛ. – 1991. – № 5. – С. 30–33.
8. Лях С. П. Микробные меланины / С. П. Лях, Е. Л. Рубан. – М. : Наука, 1972. – 185 с.
9. Мишустин Е. Н. Роль микроорганизмов в синтезе перегнойных соединений / Е. Н. Мишустин, С. С. Драгунов, О. И. Пушинская // Известия АН СССР. – 1956. – Серия биол. – № 6. – С. 83–94.

10. Орлов Д. С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их горизонтов / Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова, М. С. Розанова // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918–926.
11. Паников Н. С. Неспецифические соединения почвенного гумуса / Н. С. Паников, Л. К. Садовникова, Е. Н. Фридланд. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 144 с.
12. Попов А. И. Биогеоценоотическая роль органического вещества почв / А. И. Попов, О. Г. Чертов // Вестник С.-Петербург. ун-та. – 1996. – Серия 3. – Биол. – Вып. 2. – № 10. – С. 88–97.
13. Попов А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / А. И. Попов / Под ред. Е. И. Ермакова. – СПб. : Изд-во СПб ун-та, 2004. – 248 с.
14. Саиз-Гименез С. Химическая структура гумусоподобного пигмента / С. Саиз-Гименез, Ф. Мартин // Известия АН СССР. – 1979. – Серия биол. – № 1. – С. 59–64.
15. Cambardella C. A. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence / C. A. Cambardella, E. T. Elliott // Soil Science Society of America Journal. – 1991. – V. 56. – Iss. 3. – P. 777–783. doi:10.2136/sssaj1992.03615995005600030017x.
16. Gregorich E. G. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter / E. G. Gregorich, M. H. Beare, U. F. McKim et al. // Soil Science Society of America Journal. – 2006. – V. 70. – Iss. 3. – P. 975–985. doi:10.2136/sssaj2005.0116.
17. Hoyt P. Fate of chlorophyll in soil / P. Hoyt // Soil Science. – 1971. – V. 111. – Is. 1. – P. 49–53.
18. Nichols K. Characterization of glomalin, a glycoprotein produced by arbuscular mycorrhizal fungi / K. Nichols / Doctor of Philosophy Thesis. University of Maryland, College Park, Maryland, 2003. – 285 p.
19. Wessels J. G. H. Hydrophobins: proteins that change the nature of the fungal surface / J. G. Wessels // Advances in microbial physiology. – 1997. – V. 38. – P. 1–45.
20. Wright S. F. Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein from arbuscular mycorrhizal fungi / S. F. Wright, A. Upadhyaya // Soil Sci. – 1996. – V. 161. – Iss. 9. – P. 575–586.

УДК 502.7

ЕКОЛОГИЧНИЯТ ПРЕХОД НА ЕВРОПЕЙСКАТА ИКОНОМИКАТА

Блажева Виолета Иванова, доктор экономических наук, доцент, Хозяйственная академия им. Д. А. Ценова, **Болгария**, г. Свиштова, v.blazheva@uni-svishtov.bg

Настоящата разработка поставя акцент върху европейската инициатива за модерна и чиста икономика. В тази насока Европейският съюз инвестира 2,2 млрд. евро до 2020 г. в иновации и научни изследвания за разработване на проекти за чисти енергийни източници по опазване на планетата. Екологичният преход, твърди се, е икономически, социален и енергиен преход, въвеждащ десет действия за модерно общество с нисковъглеродна икономика.

Ключовые слова: околна среда, екологичен преход, модернизация на икономиката, екологизиране, директни плащания, биологично производство.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД НА ЕВРОПЕЙСКУЮ ЭКОНОМИКУ

Blazheva V. I.

Данная статья акцентирует внимание на европейской инициативе по модернизации и экологизации экономики. В связи с этим Европейский союз инвестирует 2,2 млрд евро до 2020 г. на инновации и научные исследования по разработке проектов чистых источников энергии с целью защиты планеты. Экологический преход оправдан экономически и социально и включает 10 инициатив прехода современного общества на низкоуглеродную экономику.

Ключевые слова: экология, экологический преход, модернизация экономики, озеленение, прямые платежи, органическое производство.

ECOLOGICAL TRANSITION TO THE EUROPEAN ECONOMY

Blazheva V. I.

This article focuses on the European initiative on modernization and ecologization of the economy. In this regard, the European Union invests 2.2 billion euros by 2020 on innovation and research on the development of clean energy projects for protect the planet. The ecological transition is economically and socially justified and includes 10 initiatives for the transition of modern society to a low-carbon economy.

Key words: ecology, ecological transition, modernization of economy, greening, direct payments, organic production.

Съвременното разбиране за екологичните проблеми се свежда до нарушения и отклонения на околната среда, а именно: замърсеност на въздуха, водата, почвите и т.н.

За ограничаване на замърсяването на средата правителствата въвеждат нестандартни механизми (например, в България, в столицата, е въведен специален „зелен билет“ от 1 лев за 1 ден, проявяващ се и като значителен разход за общинския бюджет) [1].

На „другия полюс“ силно замърсеният въздух е възможност за правене на бизнес от предприемчиви хора, а именно за повишаване настроението, проявяване на разума и почувстване на лек полъх, където и да се намирате, продават 120 глътки планински въздух за 25 долара [2].

За ограничаване на замърсяването на околната среда вниманието се предлагат възможности за:

- изграждане на умни градове, които по иновативен път да създадат условия за устойчива среда, а именно: свеждане до минимум на количествата замърсяване; компостиране на използвани материали и други;

- въвеждане на щадящи околната среда технологии, които да спомогнат за по-ефективно използване на ресурсите, чрез: ограничаване на замърсяванията на водата, въздуха, почвите; оползотворяване на отпадъците и други;

- приложение на съвременни модели за производство и потребление, спомагащи за ефективното използване на суровини и материали, рециклиране и оползотворяване на отпадъците и други.

В аграрния сектор 30% от предоставяните на земеделските производители директни плащания се насочват към устойчиви селскостопански практики (в т.ч. биологично производство), благоприятстващи климата и околната среда, процес, известен като екологизиране на Общата селскостопанска политика на Европейския съюз. От тази позиция при анализиране на екологичните проблеми в селските райони интересът е провокиран от следните фактори:

- ограниченост на земята като ресурс за производство на растениевъдна и животновъдна продукция и стремежът за увеличаване на площите за производство на биологична продукция;

- силно замърсен ландшафт от битови отпадъци, промишлени и селскостопански производства и стремежът за подобряване на почвената покривка, чрез приложение на екологично безопасни начини за защита на растенията и животните, консумирани впоследствие и от човека;

- нарастващото население на земята и ниските добиви от производството на биологична растениевъдна и животновъдна продукция спрямо конвенционалното производство;

- ниските доходи на значителна част от населението и високите цени на произведените биологични продукция и храни;

- производството на генетично модифицирани организми в контраст с концепцията за производство на биологично чиста растениевъдна и животновъдна продукция и други.

Десетте инициативи за модерна и чиста икономика на Европейския съюз за опазването на планетата, въвеждащи т.нар. екологичният преход, се свеждат до следните:

1. Поставяне на финансовия сектор в услуга на климата;

2. План за външна инвестиция на Европейския съюз – Възможности за Африка и съседните региони;
3. Инвестиционна подкрепа за градовете;
4. Инициатива за чиста енергия за островите;
5. Действия за структурна подкрепа за въглищна и въглеродна активност – интензивни региони;
6. Европейска младеж за действия в областта на климата;
7. Финансова помощ за интелигентни сгради;
8. Инструмент на Европейския съюз за инвестиране в енергийна ефективност на сгради;
9. Инвестиране в чисти индустриални технологии;
10. Чиста, свързана и конкурентоспособна мобилност [3].

Енергията е жизненоважна за обществото и предприятията. Намалването на запасите на изчерпаемите изкопаеми горива изисква разработване на нови източници на енергия на достъпни цени при възможно най-ниски нива на замърсяване на околната среда. Тъй като не съществува единен политически инструмент за въздействие Европейският съюз предприема десет инициативи за една по-чиста планета. Това налага преосмисляне на възможностите за бизнес в селските райони.

УДК 631.879.4.

МНОГОФАЗНАЯ ДИСПЕРСНАЯ СИСТЕМА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ОТХОДОВ – ОСНОВА ДЛЯ СЛОЖНОГО КОМПОСТА

Белюченко Иван Степанович, доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

Сложный компост представляет собой полидисперсную многофазную систему разных сред на основе различных отходов. Свойства компоста зависят от числа и качества составляющих его компонентов. Формирование сложного компоста определяется обменными реакциями. Важную роль играют биологические процессы с участием бактерий, грибов, актиномицетов, одноклеточных водорослей, мезо- (почвенные черви, энхитреиды, кивсяки) и микроартроподы (коллемболы, клещи и другие виды). Биологическая активность сложного компоста оценивается по степени развития микроартропод.

Ключевые слова: сложный компост, дисперсные системы, многофазность системы, дисперсная среда, коллоиды.

COMPLEX COMPOST IN ITS FUNCTION AS A MULTIPHASE DISPERSE SYSTEM OF DIFFERENT PRODUCTION WASTES

Belyuchenko I. S.

Complex compost is a polydisperse, polyorganic, and polymineral multiphase system, consisting of various media and components (solid, liquid, gaseous, as well as a body of living organisms). The capabilities of this system can be studied through evaluating its components with account of their dispersion specificity (depending on the state of aggregation) and their colloidity. The complex compost development is determined by the regularity of exchange reactions in it. Biological processes involving bacteria, fungi, actinomyces, unicellular algae, meso- (earthworms, Enchytraeidae, Julida) and microarthropods (springtails, mites, and other species) play an important role in complex compost formation. The biological activity of complex compost is evaluated by the microarthropods' development degree.

Keywords: complex compost, disperse systems, system multiphase, disperse medium, colloids.

Формирование сложного компоста активно протекает 3–4 мес при высокой влажности и температуре, т. е. в весенне-летний период. В сухой сезон смесь отходов увлажняется с использованием жижеобразного субстрата или воды. Развитие сложного компоста во многом

зависит от микроорганизмов, в т. ч. грибов различного видового состава. Например, плесневые грибы, нитями ветвящегося мицелия переплетают мелкие органические и минеральные частицы, увеличивая их в диаметр до 2–3 мм и больше. Грибы-сапротрофы разрушают остатки растений и снижают в компосте численность насекомых и их личинок. Некоторые грибы способны использовать в качестве питательного субстрата нефть, очищая почву от нефтяных загрязнений. Другие с корнями высших растений, формируют микоризу и, заметно улучшая снабжение их водой, минеральными солями, особенно фосфорными, а сами потребляют углеводы растений. Заделка сложного компоста в верхний слой почвы обогащает её комплексом органических и минеральных соединений и сообществами педофауны (мезо- и микроартропод), подавляющими патогенные формы.

Методика опытов. Смешивание отходов различных производств (бытовых, промышленных и сельскохозяйственных) и последующее компостирование проводится использование определенного набора микроорганизмов для ускорения процесса переработки отходов, в т. ч. полуперепревшего навоза КРС на каждую тонну смешиваемых отходов. Смесь отходов определяет основные эколого-фитоценоотические группы микроорганизмов и микроартропод. Разложение органических веществ в компосте ускоряется при влажности до 50 %. Для 1 га черноземных почв в состав сложного компоста включали 50 т полуперепревшего навоза КРС, 7 т фосфогипса, а также отходы очистки зерна, кормления скота (остатки комбикормов и зеленой массы), шляпки подсолнечника, отходы сахарной свеклы, пшеничную солому – по 2 т каждого компонента. Ежемесячно в формирующемся сложном компосте отбирали по 10 проб и определяли их физический, химический и биологический состав (мезо- и микроартроподы, бактерии, грибы, актиномицеты, одноклеточные водоросли и др.).

Результаты исследований и их обсуждение

1. Отходы и их состав. Сложные компосты, в отличие от минеральных удобрений, выделяются широкой полифункциональностью за счет широкого спектра воздействия на физические, химические и биологические свойства почвенного покрова. Заметные физические и химические изменения в составе сложного компоста происходят благодаря внесению фосфогипса – твердого отхода химической промышленности,

Процесс развития сложного компоста определяется многообразием различных реакций, которых можно выделить как минерально-органическую дисперсную систему с содержанием минеральных веществ до 20 % и до 80 % органических. Минеральные коллоиды чернозема достаточно устойчивы, по нашим наблюдениям, сохраняются в течение длительного времени – до 5 лет и больше. Органические коллоиды образуются в основном гуминовыми и фульво-кислотами, протеинами, клетчаткой и другими сложными соединениями; эти вещества менее устойчивы, разрушаются и снова создаются из продуктов разложения отмерших растений и животных.

Осадки сточных вод представляют собой переработанные в разной степени микроорганизмами отходы жизнедеятельности различных организмов. Их состав разнообразен, зависит от типа питания, представлен органическими соединениями с относительно невысоким участием минеральных веществ, содержат также ПАВы, яйца гельминтов, ТМ, нефтяные включения и т. д. По степени дисперсности загрязняющие вещества сточных вод делятся на грубодисперсные, нерастворимые коллоидные примеси, растворимые до молекулярной степени дисперсности. Нерастворимые коллоидные примеси (гидрофильные и гидрофобные) самопроизвольно не осаждаются до нарушения их агрегатной устойчивости.

Дефекат является отходом свекловичного производства и представляет фильтрационный осадок. Поглощающие катионы кальция, используемые по технологии для очистки дефеката, обеспечивают почвам прочную структуру, благоприятную в сельском хозяйстве. Древесные опилки, отходы отработки древесины, имеют повышенное содержание лигнина.

Полуперепревший навоз КРС и свиней включает устойчивые органические и минеральные соединения, образованные в процессе биологических процессов расщепления остатков растительных и животных организмов, распада и синтеза органоминеральных образований. В навозе сохраняются основные элементы минерального питания растений – углерод,

азот, фосфор, сера, кальций и некоторые другие. Под действием микроорганизмов такие элементы питания становятся доступными для растений.

В качестве органических удобрений используются илы (сапропель) и другие коллоидальные отложения на дне континентальных водоемов, содержащие органические вещества вынос остатков водных организмов, твердых и жидких экскрементов животных в сочетании с неорганическими компонентами. Они содержат азот и элементы зольной пищи.

В 1 т полуперепревшего навоза содержится 5 кг N, 2,5 кг P_2O_5 и 6 кг K_2O . Органические вещества в навозе улучшают физические и химические характеристики верхнего слоя почвы, развитие в них популяций микроорганизмов и другие свойства. Навозная жижа представляет азотно-калийное удобрение с содержанием в основном жидких выделений животных из продуктов их минерализации. Жидкий навоз свиней представляет трехфазную суспензию из твердой, жидкой и газообразной фаз, а также живых организмов, содержащий от 3 до 8 % сухого вещества. Дисперсная жидкая фаза включает растворы минеральных солей, кислот, щелочей, органических соединений, растворимые газы, биологические структуры. Дисперсная твердая фаза включает нерастворимые органические и минеральные вещества и биологические образования.

Минеральные отходы представляют собой механически разрушенную горную породу, обработанную различными кислотами. Например, дигидратный фосфогипс обрабатывается серной кислотой с добавлением после экстракции P_2O_5 известкового раствора, содержит значительное количество нерастворимых соединений CaO , S , Al_2O_3 , F_2O_3 , SiO_2 , MgO . Растворимых соединений в фосфогипсе мало (до 0,5 %). По физико-химической характеристике дигидратный фосфогипс является нетоксичным пастообразным высокодисперсным сульфатом кальция ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) с примесью неразложившегося фосфата фосфорнокислых солей и силикатов. Высокая дисперсность фосфогипса обусловлена специфичностью его физического состава, представленного системой тонко размолотых частиц коллоида, распределенных в однородной среде.

В качестве минеральных отходов, помимо фосфогипса, может использоваться зола различных органических веществ (сосновые и березовые дрова, солома ржаная, стебли подсолнечника и кукурузы и т. д.) и галитовые отходы – осадочная горная порода в виде плотной зернистой массы, в которой содержится KCl , $MgCl_2$, $CaSO_4$ и другие соединения. Производимые в процессе получения калийных удобрений глинисто-солевые отходы, представляющие собой суспензию в минерализованном растворе состава KCl (10–11 %) и $NaCl$ (20–22 %), твердая фаза которых состоит из мелкодисперсных частиц песка, глины и других включений. Основное препятствие для использования таких отходов – это повышенная влажность (70–80 %) с высокой вязкостью. Используются также осадочные горные породы из селенита и других сульфатных соединений типа калийных удобрений.

2. Сложный компост, его структура и формирование. Сложный компост является почвоподобным образованием с содержанием органического вещества до 20 % и нейтральной реакцией раствора (примерно pH 7,0), с включением полутвердых окислов, соединяющих различные органические и минеральные частицы. При формировании сложного компоста активно функционируют разнообразные живые организмы, продукты отходов которых выполняют цементирующую роль в объединении мелких частиц. Например, многие бактерии, грибы и одноклеточные водоросли выделяют слизи пептидного и углеводного состава и наряду с глинистыми включениями формируют водопрочные образования с частицами размером до 2 мм.

Велика роль в таком процессе микроскопических грибов и некоторых одноклеточных водорослей, оструктурирующих субстрат сложного компоста через выделение полисахаридов, склеивающих различные органические и минеральные частицы, укрепляя их также своими гифами и нитевидными талломами, особенно в верхнем слое субстрата глубиной до 12–15 см при его перемешивании каждые 25–30 дней. В формировании сложного компоста большую роль играют одноклеточные водоросли на кислом субстрате (фосфогипс), где они выделяют слизистые вещества, объединяющие частицы органоминеральной природы, связы-

вают их и уплотняют, существенно повышая их на водопрочность. Сложные компосты включают большое разнообразие сообществ, живых организмов.

Трансформация органических веществ микроорганизмами, в первую очередь бактериями и микроскопическими грибами, распределение органического вещества, являющегося итогом разложения растительных остатков, и распада минералов в результате экстракции фосфора, кремния, железа, марганца и других элементов лежат в основе созревания компоста. В сложном компосте в процессе разложения органических веществ освобождаются органический углерод и азот, а также сера, фосфор и кальций, осуществляющие накопление основополагающих для строительства организмов питательных веществ. Важное значение имеют микроорганизмы ризопланы (микромикеты), размещающиеся на поверхности живых корней и поставляющие в растения легкодоступные элементы, а также биоактивные вещества типа ауксинов, витаминов, ферментов и других веществ.

Таким образом основой сложного компоста являются отходы животных – полуразложившийся навоз КРС (50 т/га), второе по значимости место занимает фосфогипс (7 т/га), а также большое количество (до 2 т/га) растительных остатков после уборки основной продукции (зерно пшеницы, ячменя, шляпки подсолнечника, отходы сахарной свёклы и другие). В летний период сложный компост за 3–4 месяца превращается в почвоподобный субстрат.

При внесении сложного компоста в верхний слой почвы наблюдается фиксация атмосферного молекулярного азота симбиотическими и несимбиотическими бактериями, развивающимися с разной интенсивностью. Грибы формируют в верхнем слое почвы на корнях микоризу и способны утилизировать труднодоступные соединения фосфора; без микоризы растения хуже обеспечены этим элементом. Микоризообразователи поставляют для растений из почвы, кроме кальция и фосфора, также азот, серу, калий, а также другие менее доступные элементы – марганец, кобальт, медь, цинк. Микроорганизмы сложного компоста после его внесения в верхний слой почвы заметно улучшают развитие растений за счет повышения растворимости питательных веществ.

В сложном компосте органические вещества разлагаются весьма активно с усилением дыхания и образованием газообразных веществ – азотных и других соединений, инфильтрующихся в грунтовые воды и в форме молекулярного азота переходящие в атмосферу. В сложном компосте ферменты быстро теряют особенность ускорять происходящие микробиологические процессы. Оптимальность сохранения ресурсов сложного компоста обусловлена различными факторами его среды: соотношение С : N и С : P, количество органического вещества, изменение температурного режима верхнего слоя почвы, количество влаги, разнообразие сообществ микроорганизмов и другие свойства.

Биологическая активность сложных компостов повышается при усложнении состава компоста, что способствует активизации новых аэробных и анаэробных процессов с увеличением численности азотфиксирующих и аммонифицирующих организмов, использующих органические и минеральные коллоиды. Смешивание отходов в массе субстрата затруднено в связи с их адсорбцией минеральными веществами (особенно монтмориллонитовой глиной). При смешивании разных отходов варьируют источники энергии, значения pH, температуры и др.

По мере созревания сложного компоста распад органического вещества усиливается за счет физиологической и химической активности микробиологических механизмов. Лимитирующим фактором в развитии живых организмов (бактерий, грибов, актиномицетов, водорослей, представителей микро- и мезоартропод) в сложном компосте является нехватка органических веществ и их разнообразия – углеводов, белков, ферментов, а в минеральном плане – калия, серы, фосфора и др. В 1 г сложного компоста на базе полуперепревшего подстильного навоза КРС за 3–4 месяца его формирования образуется в среднем от 22 до 35 млн микробных клеток, а также обилие грибных гиф, актиномицетов и одноклеточных водорослей, что значительно превышает аналогичные показатели в массе простого навоза. На 1 м³ сложного компоста приходится 50–70 кг массы живых организмов. Различные организмы в сложных компостах быстрее достигают максимальной численности популяций при форми-

ровании микробного сообщества. В сложных компостах микроорганизмы лучше обеспечены растворимыми соединениями, особенно углеродом, нитратами, аммиаком, подвижным фосфором, что усиливает их развитие и размножение.

Сложный компост при внесении в почву создает оптимальную среду для формирования новых экологических ниш, улучшает условия для развития большого числа организмов. На первом этапе формирования сложного компоста выделяется довольно большая группа живых организмов, определяющая активность его развития при комплексном смешивании органических отходов. Другая группа живых организмов способствует развитию сложного компоста при образовании комплекса органических и минеральных отходов. Третья группа живых организмов активно развивается при контакте отходов сложного компоста и с почвой, когда их совмещенные микробоценозы в слое (0–20 см) объединяются и в дальнейшем формировании достигают равновесия. Основу сообщества живых организмов в сложных компостах составляют гетеротрофы, и большая часть получаемой энергии при минерализации органического вещества затрачивается на поддержание их биомассы, а до трети энергетического материала используется на рост и его развитие.

В сложном компосте особое место занимают грибы, представляющие разнообразную группу организмов различного уровня организации и распространения в природе, занимающие по численности видов 3-е место после животных и растений. По сравнению с другими организмами грибы имеют очень экономный обмен веществ и используют большое количество органического углерода и азота из разлагаемых соединений на построение своего тела (больше 60 % расщепленных органических веществ переходит в слоевище гриба). С переходом грибов в почву усиливается продуктивность сельскохозяйственных культур в связи с обогащением их фосфорным питанием.

Основу сложного компоста составляют различные отходы промышленного и сельскохозяйственного производства, имеющие коммуникально-бытовое происхождение и содержащие существенные резервы биосферной энергии. Влияние человека на развитие биосферы сегодня во много раз сильнее разрушительных воздействий на ландшафты вплоть до их гибели в Северной Африке в IV и V вв. до н. э. Идет ежегодное отчуждение земель и превращение их в пустыни из-за «техногенного» засоления, выветривания обеднения почв на больших территориях, загрязнения рек и морей, а также воздушного пространства, почвы являются наиболее важными составляющими биосферы, которые требуют охраны. Нужно думать, как это лучше сделать.

Живые организмы в сложном компосте достаточно свободно мигрируют в его толще, особенно при наличии легкоразлагаемых органических веществ (подстилка, листья, плоды и др.). Микроорганизмы, способствующие их разложению, в сложном компосте отличаются быстрым нарастанием численности популяций и разнообразием видов. При размещении отходов для сложных компостов в буртах процессы развития микроорганизмов в компосте аналогичны почвенным и создаются новые экологические ниши для широкого круга живых организмов. В условиях обеспеченности пищей количество клеток микроорганизмов достигают в сложном компосте большой численности, но их видовой набор сравнительно ограничен; при развитии в менее благоприятных условиях численность микроорганизмов снижается, но их таксономический набор более разнообразен. В начале формирования сложного компоста при смешивании в нем нескольких видов отходов преобладают органические вещества, трансформация которых протекает быстро, и значительная часть живых организмов, куда относятся споры бактерий, грибов, актиномицетов и других групп, находятся в покоящемся состоянии. Образование сложного компоста при смешивании органических и минеральных отходов сдерживается, особенно во второй половине лета, в связи с усилением развития микроорганизмов, поскольку резко снижается поступление свежего растительного материала; при его поступлении развитие сложного компоста активизируется.

3. *Сложный компост и развитие микроорганизмов.* Основную роль в микробиологической группе сложного компоста играет прокариотный комплекс и многочисленные микроскопические грибы. Состав бактерий в почвах при выращивании растений колеблется в боль-

ших пределах с заметным доминированием аммонифицирующих групп. При создании сложного компоста с преобладанием органических остатков разных культур (кукуруза, подсолнечник, озимая пшеница) отмечается увеличение численности микробного сообщества, что связано с изменением химизма биомассы отходов. Микроорганизмы активно реагируют на изменения условий среды – нитрификацию, pH и улучшение аэрации отходов, что усиливает развитие микробиологических процессов. Фосфогипс в составе сложного компоста ингибирует развитие нитрифицирующих бактерий и снижает их численность. Например в сложном компосте актиномицеты играют весьма важную роль в круговороте минеральных элементов, осуществляющих в трофической цепи функции микробов-редуцентов. Широкое распространение получают представители родов *Nocardia*, *Streptomyces* и других таксонов.

Большое распространение в сложных компостах получили роды *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Trichoderma*; из дрожжевых грибов часто встречаются виды родов *Lypomyces* и *Candida*, а также микромицеты *Penicillium*. В сложном компосте грибы и бактерии отличаются соотношением C:N; у бактерий этот показатель в 2,0–2,5 раза меньше, чем у грибов. Развитие эктомикоризного мицелия по накоплению органического углерода превышает в 15–20 раз, что подтверждается результатами выращивания кукурузы в азотном варианте и в варианте со сложным компостом из полуперепревшего навоза КРС и фосфогипса.

Развитие микроорганизмов (актиномицеты, бактерии, грибы) в сложном компосте определяет новые экологические ниши. Гифы грибов (длиной до 8 мкм) встречаются в микропорах почвы, а бактерии (их диаметр до 4 мкм), наоборот, защищают их от хищников. Грибы имеют более высокую степень защищенности от их разложения из-за тесного взаимодействия с глинистыми минеральными и почвенными агрегатами. Скорость отмирания защищенной биомассы микроорганизмов в азоте незначительная, а незащищенной, наоборот, очень существенная.

4. *Сложный компост и микроартроподы.* Микроартроподы представляют собой сборную группу мелких почвенных членистоногих, включающую клещей, коллембол, многоножек-симфил, мелких жуков-ощупников и их личинок. Микроартроподы обитают в ходах и полостях субстрата почвы. Состав микроартропод и их распределение определяется по горизонтам и слоям степенью порозности и влажности среды, её температурой, распределением гумуса и органических остатков растений и животных. По почвенному профилю микроартроподы достигают глубины до 2 м. Эта группа включает следующие наиболее важные виды членистоногих: коллемболы (или ногохвостки), малощетинковые черви, клещи, двукрылые.

Коллемболы (Isotoma habitus) – членистоногие трахейные шестиногие скрыточелюстные животные образуют отдельный отряд бескрылых насекомых членистоногих (около 10 тыс. видов). Коллемболы шестиногие (до 5 мм) распространены в стволах деревьев, лишайниках, в траве, на снегу в горах, в приливно-отливной зоне на морском берегу. Возникли в девоне (свыше 400 млн лет назад). Представляют интерес как для фундаментальной науки, так и для практики, выполняя роль биоиндикаторов при выявлении загрязненности почв. Ногохвостки шестиногие – микроартроподы размером от 0,1 до 9 мм населяют подстилку в почве практически во всех сухопутных районах Земли.

Малощетинковые черви (Oligochaeta) относятся к классу кольчатых червей, обитающих в почве и заселяющих пресные и солоноватые водоемы. Основная масса этого подкласса питается растительными остатками. Для них свойственны длинные тела с небольшим числом щетинок на каждом сегменте. Наиболее известные из олигохет – дождевые черви. Австралийские дождевые черви достигают нескольких метров, а их пресноводные формы имеют длину менее 1 м.

Клещи (Acarina) – подкласс членистоногих, представляющий самую многочисленную группу в классе паукообразных (свыше 50 000 видов). Они освоили верхние слои почвы, богатые растительными остатками. Длина клещей 0,2–0,4 мм, иногда достигает до 5 мм. Небольшое их число – паразиты, переносчики заболеваний человека. Основные виды – свободно живущие сапротрофы, питающиеся разлагающимся органическим веществом, а также

хищники, играющие важную роль в образовании гумуса по типу почвенных червей. Клещи обитают в траве и на невысоких деревьях. Некоторые виды клещей питаются соком культурных растений.

Двукрылые (Diptera) объединяют отряд насекомых с полным превращением. Основной питающейся стадией у *Diptera* является личинка, обладающая значительно большей продолжительностью жизни, чем имаго, выполняющего главным образом функции размножения и расселения (многие двукрылые совсем не питаются).

5. Сложный компост и мезоартроподы. К этой группе относятся артроподы длиной до нескольких мм (сообщества животных средних размером от 500 мкм до 10 мм). Мезоартроподы почвы входят в сообщество почвенных беспозвоночных. К ним можно отнести также почвенных червей, крупных энхитреид, мокриц, многоножек, крупных паукообразных, многих насекомых, слизней, улиток.

Почвенная фауна этой группы включает представителей многих наземных и водных животных. Относительно крупные беспозвоночные (мезофауна) – почвенные черви, многоножки, личинки насекомых – прокладывают ходы в почве. На 1 м² почвы приходится от десятка до нескольких сотен особей мезофауны и от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч — микрофауны; количество простейших в 1 г почвы исчисляется тысячами.

В составе почвенной фауны различают несколько групп: постоянные обитатели (геобионты); организмы, проходящие в почве одну из активных (питающихся) стадий (геофилы); виды, использующие почву лишь как убежище (геоксены). Почвенная фауна заселяет в основном верхние (глубиной до 40 см) горизонты почвы; в сухих местностях лишь отдельные виды проникают на глубину нескольких метров. Почвенная фауна – важный фактор почвообразования, влияющий на все свойства почвы, включая её плодородие. Деятельность почвенной фауны 1) ускоряет гумификацию и минерализацию растительных остатков, 2) изменяет солевой режим и реакцию почвы, 3) повышает её активность, 4) водо- и воздухопроницаемость, 5) способствует углублению аккумулятивного горизонта, 6) перемешиванию слоев почвы, 7) создаёт водопропускную зернистую структуру.

Многие обитатели почвы, особенно личинки насекомых (хрущей, щелкунов, чернотелок и др.) и почвенные фитонематоды, – опасные вредители сельскохозяйственных растений и леса; для их уничтожения применяют агротехнические и химические методы борьбы. Для повышения плодородия почвы, особенно вновь осваиваемых земель, во многих странах проводят обогащение почвенной фауны путём интродукции полезных видов, а также путём применения сложных компостов, обогащенных полезными видами живых организмов.

6. Проблемы создания сложного компоста. Формирование сложного компоста связано с включением в сложную смесь отходов весьма активных соединений (кислые и щелочные), способных нейтрализовать патогены грибов и бактерий, перевести тяжелые металлы, пестициды и газообразные образования в труднодоступные вещества для растений. Сложные компосты по зонам будут различаться в зависимости от экологических особенностей и различий их химического состава. Сложный компост в сравнении с полуперепревшим навозом более устойчив в поддержании своего состава, а также уровня pH в начале компостирования. Содержание органического вещества в сложном компосте снижается на уровень 2–3 %, что связано с потерей влаги; уровень pH понижается существенно в пределах 2,0–2,5 единиц в связи со снижением щелочности в составе полуперепревшего навоза.

Важную роль в структуре сложного компоста выполняет органическое вещество, регулирующее миграцию отдельных элементов и веществ, определяя расширение экологических ниш, увеличивая постепенно биологическое разнообразие смеси, а также улучшая водный и воздушный режимы почвы и активное развитие в ней живых организмов. Сложный компост по своей структуре представляет открытую термодинамическую систему, получающую тепло и энергию из внешней среды (солнце) и внутренних ресурсов (разложение органического вещества, углеводов, белков, жиров с участием ферментов). Сложный компост, включающий отходы различных производств и быта, представляет собой неоднородный физико-химический субстрат, вносимый в верхний слой почвы. Сложный компост можно рассмат-

ривать как будущее комплексное удобрение, дублирующее абиотические свойства (гранулометрический и валовый состав, оводненность, агрегирование, воздухообмен, содержание питательных веществ) и биологические качества (бактерии, грибы, актиномицеты, одноклеточные водоросли, микро- и мезоартроподы) почвенного покрова.

Роль отходов жизнедеятельности животных была хорошо известна крестьянам в 60–70-е годы XX века, но затем роль навоза снизилась вследствие эффективности химических удобрений. Со временем минеральные удобрения сильно подорожали, с одной стороны, а с другой, они существенно повлияли на качество почвы. Сложный компост представляет многофазное формирование, развитие которого идет по законам живой и неживой природы (по биокосному типу), а также полидисперсной термодинамической системы, где физические и химические взаимодействия происходят при активном участии твердых, жидких и газовых фаз, а также различных биологических составляющих – микроорганизмов, разных по организации групп животных, при постоянном влиянии на эти взаимоотношения физических и других процессов через испарение, увеличение температуры, радиации.

Сложный компост отражает экологические особенности определенной природно-климатической зоны: физический и химический состав, характер использования тепла, осадков, испарения, минеральные и органические характеристики. Сложный компост выделяется самостоятельностью и соподчиненностью развития с основными составляющими и верхним слоем почвы, в чем проявляется суть его поведения и формирования как структурного образования.

Структура сложного компоста региона определяется разнообразием отходов и биоты, а также типом выращиваемых культур, особенностями промышленности, переработкой природных минеральных ресурсов, которые применяются в строительстве и при добыче других полезных ископаемых, и варьированием отходов быта по сезонам. Гетерогенность сложных компостов определяется в основном антропогенным фактором. В сложных компостах можно выделить следующие составляющие: 1) минеральные и органические остатки, 2) коллоидальные образования (минеральные и органические), 3) водные и воздушные включения, 4) ионы растворимых соединений, 5) почвенные животные и микроорганизмы, 6) семена, корневища и запасные почки растений. В процессе формирования сложных компостов закладываются основы их совместимости с почвой и расширения её эколого-функциональных ниш.

При оценке сложных компостов определяются их физические свойства: влажность, температура, плотность, гранулометрический и валовый состав, а также биологические особенности: различные зачатки живых организмов, включая микроорганизмы, одноклеточные водоросли, грибы, бактерии, актиномицеты, семена растений, яйца и личинки беспозвоночных. Указанные свойства выполняют важнейшую функцию – предоставление жизненного пространства для живых организмов в отличие от просто минеральных сухих или жидких удобрений. Сложный компост обеспечивает организмам возможность жить и защищает их от холода и жары, улучшает водный режим и условия питания всех живых организмов, обитающих в нём; представляет комплексную систему, образованную в процессе формирования из разнородных составляющих органического (осадки бытовых стоков, навоз КРС, свиней, птичий помет, отходы растительности после уборки и др.) и минерального (фосфогипс, силвинит, галит, зола) происхождения, обладающих на границах разнородных коллоидов определенными силами поверхностного натяжения.

При внесении сложного компоста существенно меняется химический состав верхнего слоя почвы. Органическое вещество максимального уровня 3,5 % достигает на 3-й год компостирования. На 4 и 5-й год происходит снижение его количества на 0,2 %. Содержание аммонийного азота увеличилось при внесении полуперепревшего навоза КРС на 2–4 мг/кг почвы, а при внесении сложного компоста на 3-й год поднялось до 10, а на 5-й год – до 11 мг/кг почвы. Что касается подвижного фосфора, его количество увеличилось с 25 до 34 г на кг почвы, при внесении полуперепревшего навоза с 25 до 27 мг/кг почвы, при этом заметно снизился уровень рН. При внесении сложного компоста значение рН снизилось от 8,2 при внесении полуперепревшего навоза до 7,34 при внесении сложного компоста.

Сорбционная активность сложных компостов проявляется в механическом и химическом поглощении поступивших в них органических и минеральных соединений, а также в накоплении популяций микроорганизмов на поверхности органоминеральных коллоидов. Значение этой особенности у сложных компостов нельзя недооценивать, поскольку многие из микроорганизмов не только не наращивают свои популяции, но и не участвуют в формировании их сообществ. Сорбционная активность микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, грибов, микромицетов, водорослей) в сложных компостах благоприятствует изменению активности и направленности биологических процессов в верхнем слое почвы. В целом для сложных компостов характерна широкая полифункциональность в отличие от минеральных удобрений (сухих или жидких). В их функционировании проявляется широкий спектр взаимодействий физических, химических и биологических факторов, существенно усложняющих взаимодействие односторонних характеристик отдельных составляющих.

7. *Сложный компост как почвоподобное формирование.* Почва является многокомпонентным образованием атмо-, гидро-, био-, литосферы, определяющим взаимодействие между собой всех её составляющих. Располагаясь в верхней части литосферы, она одновременно является каркасом системы и очень важным блоком биосферы. Жидкие и газообразные продукты, выделяющиеся из каркаса, накапливаются внутри него и постепенно меняют химический состав, превращая каркас в материнскую породу. Почва постепенно становится самостоятельной системой, а также частично входит в подсистему атмосферы, литосферы и других оболочек биосферы. Сложный компост, внешне схожий с почвой (по составным частям, по структуре и т. д.), отличается от неё составом (в 2–3 раза богаче органическим веществом, больше содержит макро- и микроэлементов) и лучше сохраняет влагу, заметно выделяется агрономическими характеристиками и другими свойствами. Сложный компост оптимизирует агрономические качества почвы в течение 5–6 лет при заметном улучшении использования растениями элементов питания, их физиологических и биологических характеристик.

Функции почв (биосферные, гидросферные, атмосферные и литосферные) с внесением сложных компостов трансформируются и качественно улучшаются. С внесением сложного компоста в почву оптимизируются структурные, вещественные, энергетические и информационные качества. Вещественные процессы в почве под влиянием сложных компостов приводят к образованию новых соединений, преобразующих химический состав (органическое вещество – гумус, подстилка, различные органоминеральные соединения, различающиеся физическими, физико-химическими и химическими свойствами), представляющих собой это хелаты, формирующих новообразованные гумусовые соединения, видоизмененные минералы, легкорастворимые соли, карбонаты, ил, тонкая пыль, гипс, дисперсные фракции мелкозема и т. д.

Сложный компост, внешне схожий с почвой (по структуре и составу) отличается от неё гранулометрией, химическим составом, а также широким спектром видового и популяционного состава живых организмов. В создании почвоподобного состава в системе сложного компоста активно участвуют многие живые организмы, где продукты их жизнедеятельности выполняют цементирующую роль в формировании множества мелких дисперсных и коллоидных частиц (рис. 7). Приготовленные с использованием минеральных экстрактов отдельных отходов сложные компосты являются безопасным органоминеральным удобрением, они быстрее созревают и имеют повышенное содержание углерода, азота, фосфора и кальция. При заделке сложного компоста в почву одновременно вносятся и удобрения, и различные макро- и микроэлементы, способствующие восстановлению её плодородия и подавлению в ней патогенных форм.

В минеральных отходах нет организованных сообществ бактериальных и грибных организмов, наблюдается полное отсутствие не только животного мира, но и условий их жизнеобеспечения. Ведущими факторами, влияющими на формирование сложных компостов, усиливающими возможности сближения их химико-биологических основ, являются влага и тепло. По мере развития отдельных форм взаимодействия между различными отходами сложный компост начинает приобретать черты сходства с формированием почвы, а основ-

ным источником энергии для него становится Солнце. Органические отходы лучше сохраняют в своем составе воду осадков и, по сути дела, при её поступлении поддерживают и способствуют повышению жизнедеятельности населяющих организмов и регулируют их обмен. Вода способствует развитию миграции различных веществ и отдельных элементов через обмен между солями простых растворов с последующей стабилизацией их коллоидального состояния. Взаимообмен в этих отходах от простых реакций, идущих в жидкой среде, переходит на участие в этих реакциях жидких и твердых фаз, а затем и газообразных веществ. Наличие в органических отходах влаги и минеральных коллоидов содействует медленному развитию в них окислительно-восстановительных процессов. Высокая влажность органических отходов (навоз, помет, отходы свекловичного производства, осадки сточных вод и др.) служит основой восстановительных условий, особенно в нижней части буртов, сдерживая созревание полуперепревшего навоза КРС, свиней, отходов быта.

Развитие процессов в органических отходах невозможно без живых организмов, избирательно использующих нужные им элементы и потому служащих важным фактором их переработки. Кроме того, почвенные черви, жуки и другие «трудяги» служат переносчиками различных частей растений и отмерших животных и тем самым усиливают физические и химические преобразования отходов. Органические вещества отходов, имеющих в начальный период их компостирования относительно мало микроорганизмов, минерализуются сравнительно мало, и их основная часть преобразуется по пути гумификации. Примерно одна часть органического вещества (10–12 %) минерализуется и используется для развития микроорганизмов, другая часть, также незначительная (примерно 12–15 %), используется на питание животных (червей, жуков) и третья часть – до 70 % – гумифицируется и закрепляется минеральной частью отходов. Трансформация органических отходов будет зависеть от процессов миграции животных, перемешивания механическим способом, развития их животного и микробного населения,

Избирательная способность живых организмов использовать отдельные вещества и соединения в сложном компосте составляет основу переработки отходов органического происхождения и их гумификации. Важной частью отходов является органический углерод, а также азот и фосфор. Условия среды и биологические особенности, складывающиеся со временем в слоях компоста, превращают его в своеобразный перегной с гумификацией основной его части. Если отходы не компостировать, они превратятся в бесполезную труху и их ценная часть будет потеряна, азот уйдет частично в воздух, а частично в грунтовые воды.

8. Сложный компост и скорость его образования. Развитие микроорганизмов в разных видах сложных компостов имеет важное значение, поскольку активность их развития во времени и пространстве зависит от концентрации органического вещества (полуперепревший навоз КРС, солома пшеницы, ячменя, кукурузы, стебли подсолнечника и др.), многообразия и широкого спектра органических соединений (аминокислоты, белки, крахмал, нуклеиновые кислоты, ферменты, витамины, целлюлоза), разнообразия минеральных соединений и разнонаправленности ряда важных процессов (аммонификация, азотфиксация, трансформация многих органических и минеральных веществ, разрушение минералов и др.), которые также находятся в очень тесной взаимосвязи. В сложном компосте микроорганизмы находят десятки экологических ниш, различающихся своими физическими свойствами, химизмом, составом и содержанием питательных веществ, а также реакцией среды. В создании почвоподобного состава в системе сложного компоста активно участвуют многие живые организмы, где продукты их жизнедеятельности выполняют цементирующую роль в создании множества мелких дисперсных и коллоидных частиц.

Многие бактерии и актиномицеты в сложном компосте образуют слизи пептидной и углеводной химической природы и с глинистыми частицами формируют водопрочные образования размером до 2 мм. Большую роль в этом плане играют также микроскопические грибы и некоторые одноклеточные водоросли, которые заметно влияют на оструктурирование субстрата сложных компостов благодаря выделению различных сахаров, склеивающих частицы. Своими нитевидными талломами гифы и нитчатые водоросли скрепляют мелкие

структуры субстратов и формируют новое образование с новыми структурными связями. В основном такой процесс идет в верхнем слое компоста 0–12, 0–15 см с его перемешиванием каждые 20–24 дней в теплый период года (весной и летом), что ускоряет образование ими почвоподобных структур при активном развитии живых организмов, в основном грибов и одноклеточных водорослей.

Активную роль в формировании почвоподобных структур в сложном компосте играют мелкие одноклеточные водоросли на кислых субстратах (например, на фосфогипсе, золе и др.), где они, выделяя слизистые вещества, объединяют мелкие коллоидного типа частицы органоминеральной природы, связывают и уплотняют их, делая такие объединения достаточно устойчивыми. Некоторые живые организмы выделяют весьма активные вещества, разрушающие комковатую почвоподобную структуру и не способствующие её укреплению (подкисляющие бактерии).

Сложные компосты служат хранилищем живых организмов определенной географической зоны и представляют широкий спектр почвенных и растительных микробсообществ. Гифы грибов способствуют построению мостиков между внутренними и поверхностными слоями сложного компоста и меньше всего зависят от пространственного расположения разных отходов.

Грибы разлагают и трансформируют отдельные формы лигниновых комплексов. Для разложения множества таких соединений многочисленные бактерии выделяют необходимые специфические ферменты. В сложном компосте, а также в почве, куда они вносятся, сравнительно долго сохраняются остатки растений и животных, содержащие целлюлозу, лигнин, меланин, хитин и др.; стенки грибных клеток и другие органические структуры. Микроорганизмы, особенно бактерии и микроскопические грибы, входящие в систему сложного компоста, существенно трансформируют весь комплекс питательных веществ и влияют на протекание в нем окислительно-восстановительных процессов. На состав питательных веществ в сложном компосте живые организмы влияют через органические кислоты, которые образуются при разложении растительных остатков и дисперсии минералов, а также экстракции фосфора, кремния, железа и других элементов.

Роль микоризных грибов как облигатных симбионтов в стабилизации органического углерода в сложных компостах весьма существенная, а их внесение активирует освоение растениями большого объема почвы, что сказывается на концентрации в биомассе самих грибов углерода (около 1×10^3 кг/га), представленного в составе устойчивого к разложению хитина. В микоризных грибах в сложном компосте органический углерод может накапливаться также в форме гломалина, весьма устойчивого к распаду гликопротеида, активно взаимодействующего с минералами почвы и отходов промышленности (например фосфогипса), что сказывается на существенном укреплении их агрегатов. Микоризные грибы через свои гифы вместе с мелкими корнеподобными выростами одноклеточных водорослей формируют густую сеть, уплотняющую органоминеральные частицы сложного компоста, а при его внесении в почву усиливают агрегатную прочность. Велика также роль автотрофных бактерий в трансформации ими углекислого газа.

Биологические структуры в сложном компосте (микроорганизмы, растительные и животные организмы) в ходе разложения органических веществ освобождают органический углерод и азот, серу и кальций и другие биогены, осуществляя основную функцию в системе отбора и накопления питательных веществ. Большое значение имеют аэробные микроорганизмы, которые способны вегетировать на поверхности корней растений, поставляя им необходимые макроэлементы (в основном N, P, S) и другие активные биогены.

Сложный компост, как никакое другое искусственное образование, представляет четырехфазную систему, способную трансформировать условия обитания (твердую, жидкую, газообразную фазы и состав живых организмов) различных групп биоты, включая в целом жизненное пространство для живых систем. Основной субстрат сложного компоста и его развитие в целом проходит по аналогии с почвой и в то же время отличается спецификой ускорения и условий прохождения некоторых фаз для отдельных живых представителей

биоты, образующих свои микроколонии, а также осуществляющих физико-химические процессы, преобразующие систему формирования органических и минеральных соединений в верхнем слое полученного субстрата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов и др. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 180 с.
2. Антоненко Д. А. Отходы производства и потребления как сырьевая основа сложных компостов / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 14–24.
3. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов : Монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 419 с.
4. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на свойства почвы и расширение экологических ниш в агроландшафте / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 739–759
5. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на физические свойства почвенного покрова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 95. – С. 275–294.
6. Белюченко И. С. Закономерности индивидуального развития сельскохозяйственных культур / И. С. Белюченко // Вестник с.-х. науки. – 1991. – № 2. – С. 93–96.
7. Белюченко И. С. Значение консорциев в организации биоценозов / И. С. Белюченко // Биологические науки. – 1976. – № 1. – С. 71–77.
8. Белюченко И. С. К вопросу о роли леса в функциональном восстановлении бассейнов степных рек края / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 3. – С. 3–16.
9. Белюченко И. С. К вопросу о формировании и свойствах органо-минеральных компостов и реакции растений кукурузы на их внесение / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 65–74.
10. Белюченко И. С. К вопросу о функциональной устойчивости почвенного покрова агроландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 4. – С. 79–89.
11. Белюченко И. С. Ландшафты как важнейшая эволюционно-экологическая составляющая биосферы / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 1. – С. 32–66.
12. Белюченко И. С. Особенности развития многолетних кормовых злаков различного происхождения в южных районах СНГ / И. С. Белюченко // Растит. ресурсы. – 1992. – Вып. 4. – Т. 28. – С. 78–102.
13. Белюченко И. С. Проблемы рекультивации отходов быта и производства (по материалам I Всерос. науч. конф. по проблемам рекультивации отходов) / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 72–77.
14. Белюченко И. С. Региональный мониторинг – научная основа сохранения природы / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2006. – Т. 2. – № 1. – С. 25–40.
15. Белюченко И. С. Роль регионального мониторинга в управлении природно-хозяйственными системами края / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 3–16.
16. Белюченко И. С. Сложные компосты как источник расширения экологических ниш культурных растений в системе почвенного покрова / И. С. Белюченко // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар, 2013. – С. 12–14.
17. Белюченко И. С. Сложные травосмеси круглогодичного использования на юге Таджикистана / И. С. Белюченко // Вестник с.-х. науки. – 1991. – № 7. – С. 94–96.

18. Белюченко И. С. Совмещенные посевы однолетних культур – важная проблема практической экологии / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 1219–1243
19. Белюченко И.С. Специфичность функционирования экологических систем степной зоны Кубани / И. С.Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 2. – С. 14–31.
20. Белюченко И.С. Формы простых и сложных удобрений и их применение в севооборотах агроландшафта / И. С Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2015. – Т. 11. – № 1. – С. 66–78.
21. Белюченко И. С. Экология Краснодарского края (Региональная экология) : учебное пособие / И. С Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 354 с.
22. Белюченко И. С. Особенности минеральных отходов и целесообразность их использования при формировании сложных компостов / И. С Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 875–895.
23. Белюченко И. С. Роль сложного компоста в биологическом круговороте элементов и веществ и устойчивости агроландшафтов / И. С Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 843–874.
24. Белюченко И. С. Сложный компост и экологические ниши живых организмов в агроландшафте / И. С Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 1005–1031.
25. Белюченко И. С. Коллоидные системы отходов разных производств и их роль в формировании сложного компоста / И. С Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 93. – С. 787–811.
26. Белюченко И. С. Роль живых организмов в развитии сложного компоста / И. С Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 96. – С. 442–469.
27. Белюченко И.С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами / И. С Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.
28. Белюченко И. С. Изменение агрохимических свойств чернозема обыкновенного и урожайности озимой пшеницы в Западном Предкавказье при внесении сложного компоста / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Докл. РАСХН. – 2015. – № 1–2. – С. 41–44.
29. Белюченко И. С. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие / И. С. Белюченко, О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 297 с.
30. Белюченко И.С. Интродукция растений как метод расширения видового состава культурных фитоценозов в южных районах СНГ . / И. С Белюченко, Б. А. Мустафаев // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 73–89.
31. Белюченко И. С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства / И. С Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13–38.
32. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на агрегатный состав и водно-воздушные свойства чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Почвоведение. – 2015. – № 7. – С. 858–864.
33. Мокрецов Г. Г. Особенности развития и формирования урожая кормовых растений в чистых посевах и травосмесях на юге Таджикистана / Г. Г. Мокрецов, И. С. Белюченко // Растительные ресурсы. – 1991. – Вып. 3. – С. 95–120.
34. Муравьев Е. И. Коллоидный состав и коагуляционные свойства дисперсных систем почвы и некоторых отходов промышленности и животноводства / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко // Тр. КубГАУ. – 2008. – Т. 2 (11). – С. 177–182.

35. Смагин А. В. Современные проблемы черноземной зоны и возможные пути их решения / А. В. Смагин // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 8–24.
36. Belyuchenko I. S. Wastes of different production and their properties'in / I. S. Belyuchenko // Ciencia e Tecnica Vitivinicola. Printed in Portugal. – 2014. – Vol. 29. – № 9, – P. 37–50.
37. Belyuchenko I. S. Complex compost and its impact on agrochemical properties of typical chernozem in Krasnodar territory / I. S. Belyuchenko // Bothalia Journal. Pretoria, South Africa. – 2014. – Vol. 44. – № 12. – P. 14–19.
38. Belyuchenko I. S. Complex compost and soil protection from heavy metals in the agrolandscape system / I. S. Belyuchenko // Bothalia journal. Pretoria, South Africa. 2014. – Vol. 44. – № 12. – P. 69–79.
39. Belyuchenko I. S. Living organisms in household and production wastes as functional basis of compound compost formation / I. S. Belyuchenko // Ecology, Environment and Conservation Paper. – Suppl. Issue; 2015. – Vol. 21. – P. 47–56.
40. Belyuchenko I. S. Cultivated Lands of Kuban and Features of Their Development / I. S. Belyuchenko // International journal of environmental & science education. – 2016. – V. 11. – №. 13. – P. 6255–6276.
41. Belyuchenko I. S. The Role of Complex Compost in Remediation of Soils in Cultivated Lands / I. S. Belyuchenko // International Journal of Applied Environmental Sciences. – 2016. – V. 11. – № 4. – P. 1007–1023.
42. Melnik O. A. The influence of complex compost on the transformation of organic matter in the system of cultivated land / O. A. Melnik, I. S. Belyuchenko // Eco Env. Conserv. Paper. – Suppl. Assia, 2016. – Vol. 22. – P. 1499–1502.

УДК 631.879.32:633.16

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВОГО МЕЛИОРАНТА НА ОСНОВЕ КАРБИДНОЙ ИЗВЕСТИ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Иовик Людмила Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Брест, ludmila.iovik@tut.by

Зайцева Зоя Александровна, младший научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Брест, zoya1985@tut.by

Михальчук Сергей Николаевич, младший научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь**, г. Брест, sergej.mihalchuck@yandex.by

Изучено действие мелиоранта на основе карбидной извести, вносимого в разных дозах под яровой ячмень, на показатели качества зерна при возделывании на среднекислой дерново-подзолистой почве.

Ключевые слова: известковый мелиорант на основе карбидной извести, ячмень, качество зерна, среднекислая дерново-подзолистая почва.

THE INFLUENCE OF LIME AMELIORANT ON THE BASIS OF CARBIDE LIME ON GRAIN QUALITY OF SPRING BARLEY

Iovik L., Zaitsava Z., Mihalchuk S.

The influence of different doses of carbide lime meliorant on grain quality of spring barley on middle-acidic sod-podzolic soil had been studied.

Key words: lime ameliorant on the basis of carbide lime, barley, grain quality, middle-acidic sod-podzolic soil.

Введение. Получение высоких урожаев с хорошими показателями качества на генетически кислых почвах невозможно без оптимизации почвенной среды. Наиболее радикальным средством улучшения свойств кислых дерново-подзолистых почв является известкование [3]. Данный прием позволяет улучшать снабжение растений макро- и микроэлементами, положительно влияющими на рост и развитие сельскохозяйственных культур [1]. При известко-

вании оптимизируется химический состав растений, увеличивается накопление углеводов (сахаров, крахмала), каротина, аскорбиновой кислоты, жира в семенах [5].

Химическая мелиорация доломитовой мукой, известью, гипсом является довольно дорогим способом известкования (в основном из-за затрат на перевозку). Использование местных отходов для улучшения состояния кислых почв не только расширяет ассортимент мелиорантов, но и позволяет значительно сократить расходы на известкование [4].

К известьесодержащим отходам относится карбидная известь, образующаяся в процессе получения ацетилена. Полесским аграрно-экологическим институтом разработан способ создания на основе карбидной извести нового известкового мелиоранта, действие которого на почву, урожай и качество сельскохозяйственных культур является неизученным. Отсутствуют также данные по дозам его внесения.

Цель исследований – установить влияние различных доз мелиоранта на основе карбидной извести на показатели качества зерна ярового ячменя.

Методика и объекты исследования. Яровой ячмень возделывался в 2017 г. на среднекислой дерново-подзолистой, временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком (СПК «Чернавчицы», Брестский р-н) в звене севооборота: кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера – клевер 1 г.п. – клевер 2 г. п. Ячмень (Скарб) с подсевом клевера красного высевался после кукурузы (Mateus FAO 190).

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы до закладки опыта имела следующие показатели: pH_{KCl} 4,5–4,9, гумус – 2,0–2,4 %, подвижные формы P_2O_5 – 254–411 мг/кг и K_2O – 300–399 мг/кг, обменные CaO и MgO соответственно 307–360 и 605–699 мг/кг.

Схема опыта включала контроль (без внесения мелиоранта) и фоновое внесение минеральных удобрений. В опыте изучалось последствие известкового мелиоранта на основе карбидной извести, вносимого под предшествующую культуру в возрастающих дозах, рассчитанных по гидролитической кислотности почвы. Известковый мелиорант на основе карбидной извести производства ИООО «Линде Газ Бел» (Брестский р-н) имел влажность 8 % и содержал (%) 0,40 калия, 0,13 магния, 60,98 кальция (в пересчете на $CaCO_3$ – 108,8 %). Повторность в опыте 4-кратная. Общая площадь делянки 30 м², учетная – 20 м². Учет урожайности производился в фазу полной спелости зерна.

Качество урожая зерна оценивалось на основании химического анализа, выполненного согласно общепринятым методикам: определение массы 1000 зерен (ГОСТ ISO 520-2014), влаги и сухого вещества (ГОСТ 13586.5-2015), сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93), сырой клетчатки (ГОСТ 13496.2-91), сырого жира (ГОСТ 13496.15-97), нитратов (ГОСТ 13496.19-2015).

Результаты и их обсуждение. О качестве полученного урожая зерна ячменя судили по следующим показателям: массе 1000 зерен и содержанию основных питательных веществ. Результаты опыта показали, что масса 1000 зерен в контрольном варианте опыта составила 35,5 г (таблица). Известкование кислой дерново-подзолистой супесчаной почвы способствовало дополнительному увеличению данного показателя в среднем на 10,9 г и было наибольшим при внесении полуторной и двойной дозы известкового мелиоранта на основе карбидной извести (МКИ) – 49,2–49,4 г.

Питательная ценность зерна ячменя определялась в первую очередь количеством сухого вещества. Согласно СТБ 1136-98, в опыте было получено зерно 1-го класса с содержанием сухого вещества 86,98–87,93 % (влажностью 12,07–13,02 %). В целом данный показатель не существенно изменялся при внесении разных доз мелиоранта.

Качество зерна зависело от содержания в нем основных питательных веществ: протеина, клетчатки и жира. Накопление сырого протеина значительно увеличивалось по сравнению с контролем и фоном в произвесткованных вариантах опыта и составляло 16,06–17,00. Содержание сырой клетчатки и сырого жира также достигало своего максимума при применении различных доз МКИ, существенно возрастало по сравнению с контролем и $N_{60}P_{60}K_{60}$ и находилось на уровне 6,5–6,9 и 1,73–1,89 % соответственно.

Таблица – Показатели качества зерна ячменя при внесении различных доз известкового мелиоранта на основе карбидной извести

Вариант	Масса 1000 зерен, г	Сухое в-во, %	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Нит- раты, мг/кг
			в сухом веществе, %			
1 Контроль	35,5	86,98	11,75	4,5	1,39	39
2 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	38,0	87,01	15,04	5,7	1,43	47
3 Фон + ПДВ 2,0 т/га МКИ (0,5 Нг)	40,9	87,64	16,06	6,5	1,73	51
4 Фон + ПДВ 4,0 т/га МКИ (1,0 Нг)	46,1	87,74	16,69	6,8	1,84	54
5 Фон + ПДВ 6,1 т/га МКИ (1,5 Нг)	49,4	87,93	17,00	6,9	1,89	56
6 Фон + ПДВ 8,1 т/га МКИ (2,0 Нг)	49,2	87,82	16,88	6,6	1,86	55
<i>HCP₀₅</i>	<i>2,11</i>	<i>1,06</i>	<i>0,81</i>	<i>0,3</i>	<i>0,09</i>	3
*ПДВ – последствие внесения; **МКИ – мелиорант на основе карбидной извести						

При использовании зерна ячменя на корм количество нитратов не должно превышать 500 мг/кг зерна [2]. Согласно полученным данным, их накопление во всех вариантах опыта не превышало максимально допустимых уровней и составляло 39–56 мг/кг.

Таким образом, использование мелиоранта на основе карбидной извести под ячмень существенно улучшает питательную ценность зерна и мало зависит от его дозы. Наиболее значимое влияние на показатель массы 1000 зерен оказывают полуторная и двойная дозы мелиоранта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдевич И. М. Динамика степени кислотности, обеспеченности кальцием и магнием пахотных и луговых почв Беларуси в результате известкования / И. М. Богдевич, О. Л. Ломонос, О. М. Таврыкина // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1(52). – С. 159–172.
2. Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов : постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, 10 фев. 2011 г., № 10 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – 8/25498.
3. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия / И. А. Шильников [и др.]. – М. : ВНИИА, 2008. – 344 с.
4. Карпеня Г. М. Состояние кислотности почв и их известкование / Г. М. Карпеня // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 21. – С. 40–46.
5. Кедров-Зихман О. К. Главные итоги изучения известкования почв и применение микроудобрений в Белоруссии // Сб. науч. тр. по известкованию кислых почв. – Минск, 1960. – С. 17–33.

ОПЫТ РАБОТЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА ПАО «ЗАПОРОЖСТАЛЬ» ПО СНИЖЕНИЮ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА БАССЕЙН РЕКИ ДНЕПР

Атаманюк Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, главный специалист НИИ, ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», **Украина, г. Харьков.**

Касимов Александр Меджитович, профессор, доктор технических наук, заместитель директора по научно-технической работе, ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», **Украина, г. Харьков.**

Назаренко Николай Прокофьевич, доцент, кандидат технических наук, Запорожская государственная инженерная академия, **Украина, г. Запорожье.**

Сидоренко Алексей Петрович, ст. преподаватель, Запорожская государственная инженерная академия, **Украина, г. Запорожье.**

Деятельность предприятий горно-металлургического комплекса оказывает значительное влияние на экологическую обстановку в Украине. В частности, сбросы в водоемы загрязненных сточных вод металлургической промышленности составляют значительную часть производственных стоков всех предприятий. Особенно актуальны проблемы защиты водного бассейна реки Днепр в районе крупного промышленного центра г. Запорожье. Представлены результаты работы металлургического комбината ПАО «Запорожсталь» на пути к реализации бессточной системы водоснабжения предприятия.

Ключевые слова: солевой раствор, инвестиционные затраты, вентиляторная градирня, бессточное водоснабжение мокрая газоочистка, конвертирование природного газа, азот, водород, стабилизация,

EXPERIENCE OF WORKS OF METALLURGICAL COMBINE PJSC "ZAPOROZHSTAL" IN THE FIELD OF REDUCING THE TECHNOGENIC LOAD IN THE DENEPR RIVER BASIN

Atamanyuk A. A., Kasimov A. M., Nazarenko N. P., Sidorenko A. P.

The activities of mining and metallurgical enterprises have a significant impact on the ecological situation in Ukraine. In particular, discharges to the water bodies of contaminated sewage from the metallurgical industry constitute a significant part of the production effluent of all enterprises. Particularly relevant are the problems of protecting the water basin of the Dnieper River in the vicinity of a large industrial center in Zaporozhye. The results of the work of the metallurgical plant of PJSC "Zaporizhstal" on the way to the implementation of the company's waterless water supply system are presented.

Key words: saline solution, investment costs, fan cooling tower, drainage water supply, wet gas cleaning, natural gas conversion, nitrogen, hydrogen, stabilization.

Деятельность предприятий горно-металлургического комплекса оказывает значительное влияние на экологическую обстановку в Украине. В частности, сбросы в водоемы загрязненных сточных вод металлургической промышленности составляют значительную часть производственных стоков всех предприятий. Проблема влияния металлургических предприятий на окружающую природную среду (ОПС) актуальна для промышленного комплекса Запорожского левобережного промышленного узла, так как выпускаемая на его предприятиях продукция требует значительного водопотребления, что сопровождается образованием больших объемов сбросов и отходов производства [2, 7]. Актуальность проблемы защиты водного бассейна р. Днепр постоянно нарастает, особенно важен вопрос снижения загрязнения ОПС в районе г. Запорожья [3].

Первым проектом, направленным на реализацию данной задачи, было предложение по «Созданию комбината радикальной защиты окружающей среды г. Запорожья от загрязнений и комплексной переработке всех выбросов в полезные продукты» [4]. Данное предложение предусматривало строительство в гранитном монолите на глубине 70–118 м тоннеля диаметром 12 м и протяженностью 760 м, в котором размещались бы 19 цехов и сооружения по переработке отходов в полезные продукты. При этом отходы смешивались между собой, подвергались взаимной нейтрализации и обезвреживанию. В данном случае игнорировались идеи целевого использования отходов, экономическая целесообразность

сооружения тоннеля, дымовых труб по 250 м высотой и установки по упариванию солевого раствора производительностью 10000 м³/час и тому подобное.

Научно обоснованными предложениями по разработке систем бессточных методов Запорожского левобережного промышленного узла были работы, выполненные в 1984 г. совместно тремя институтами – Запорожским индустриальным институтом (теперь – Запорожская государственная инженерная академия), ВНИПИЧерметэнергоочистка (теперь – ГП «УкрНТЦ «Энергосталь») и Харьковским филиалом ВНИИВодгео. В основу разработки были положены две бессточные схемы водоснабжения металлургических предприятий. Одна из них кардинальная, в разработке которой принимал участие представитель ВНИПИ-Черметэнергоочистка д. т. н. профессор Г. С. Пантелят. Схема предусматривает запрет сброса сточных вод, строительство установок по их стабилизации и их повторному использованию после очистки для подпитки систем оборотного водоснабжения [4]. По этому варианту для достижения принципа «бессточности» в конечном результате сброс из системы составлял не более 100 м³/час засоленных вод, содержащих в пересчете на сухое вещество 3 т солей. При этом предусматривалось также извлечение всего объема шламов и возврат воды после очистки в производство, возврат железосодержащих шламов в аглодоменный перел, а малоценных шламов (песок и глина цеха изложниц) в стройиндустрию. Данный вариант требовал значительных инвестиций, которых в стране не было.

Вариантом перевода производства комбината ПАО «Запорожсталь» на бессточный режим с меньшими инвестиционными затратами было использование продувочных вод «условно чистых» оборотных циклов (для целей охлаждения оборудования металлургических агрегатов) для подпитки «грязных» оборотных циклов водоснабжения газоочисток и листопрокатных цехов [1]. Стабилизация оборотных вод осуществлялась варьированием количества сброса сточных вод [8], что позволило постепенно уменьшать сброс сточных вод комбината с 17439 (1984 г.) до 6907 м³/час (2015 г.). За прошедшие 30 лет забор свежей воды для целей подпитки систем водоснабжения комбината ПАО «Запорожсталь» уменьшился с 22000 до 9250 м³/час, хотя по расчету балансовых схем водоснабжения предприятия для достижения бессточности величина подпитки должна снизиться до 3172 м³/час.

На протяжении многих десятилетий на комбинате продолжалась работа по совершенствованию оборотных систем водоснабжения, извлечению отходов, реконструкции газоочисток, переводу технологии производства проката на солянокислотное травление, что привело к неуклонному ежегодному снижению количества сточных вод и водопотребления.

Из реализованных масштабных проектов последних лет стоит отметить ввод в эксплуатацию современной линии солянокислотного травления (агрегат непрерывного травления НТА-4) в цехе холодной прокатки № 1 (см. рисунок 1), что позволило полностью сократить водопотребление и сброс сточных вод в р. Днепр от цеха холодной прокатки в объеме более 1 млн м³/год. Инвестиции в строительство НТА-4 составили более \$90 млн. Уникальность проекта состоит в том, что вся отработанная в процессе производства кислота подается на установку регенерации и полностью восстанавливается, затем возвращается в производство, что в свою очередь остановило сброс кислых стоков в водосборное сооружение б. Капустянка.

Технология водоснабжения прокатного производства включает замкнутый оборотный цикл с очисткой загрязненных сточных вод от взвешенных веществ и масел, а также охлаждение оборотной воды на двух вентиляторных градирнях ВГ–70 и четырех градирнях БМГ–1000 [6]. В летний период вода от прокатного стана НТЛС 1680 имела температуру 34–36, после охлаждения 29–30 °С, что было недостаточным и негативно сказывалось на работе прокатного стана, вело к перегреву валков (рисунок 2), снижению темпа прокатки, потерям производства. Критическая температура воды для охлаждения валков, из опыта ведения технологии прокатки на стане НТЛС–1680 на ПАО «Запорожсталь», составляет – 30–32 °С. При такой температуре воды бочка валка на клетях 5–7 разогревается до 75–78 °С, происходит интенсивный износ поверхности с возможным образованием сеток разгара. При этом производительность стана падает на 50–70 т/час (при прокатке полос толщиной 3–6 мм) и на 90–120 т/час (при прокатке полос толщиной до 2,5 мм)



Рисунок 1 – Линия соляно-кислотного травления (НТА-4) ПАО «Запорожсталь»

Для понижения температуры оборотной воды прибегали к разбавлению свежей водой при норме подпитки 3–4 %, фактические ее объемы находились в пределах 14–23 %, или 1500–2500 м³/ч при общем объеме водопотребления 11000 м³/ч, что было нерационально и увеличивало сброс сточных вод. Эти факторы обусловили принятие решения о замене устаревшей вентиляционной градирни ВГ–70 на более эффективную.

После ввода в эксплуатацию вентиляционной градирни FRPP–3500–3, проведения пусконаладочных работ на комбинате смогли стабильно обеспечить температуру охлажденной воды менее 25 °С (рисунок 3), что позволило значительно увеличить темп прокатки на непрерывном прокатном тонколистовом стане НТЛС–1680, снизить водопотребление более чем на 1,64 млн м³/год и сброс сточных вод в том же объеме. Инвестиции в реконструкцию оборотного цикла составили более 18 млн гривен.

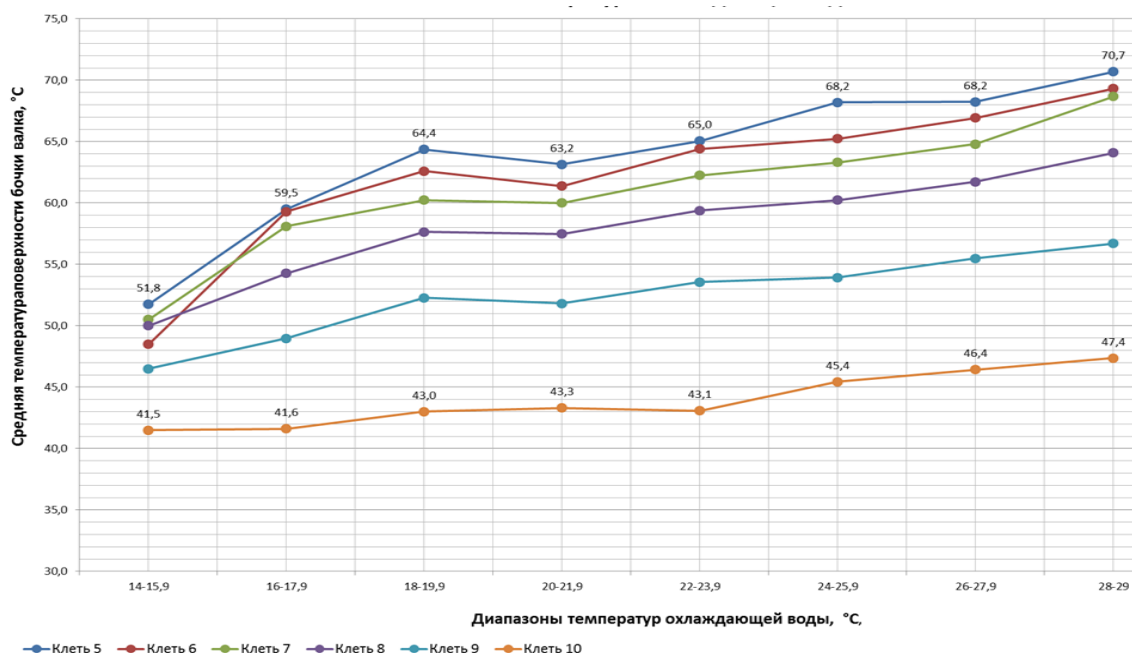


Рисунок 2 – Зависимости температуры валков от температуры воды

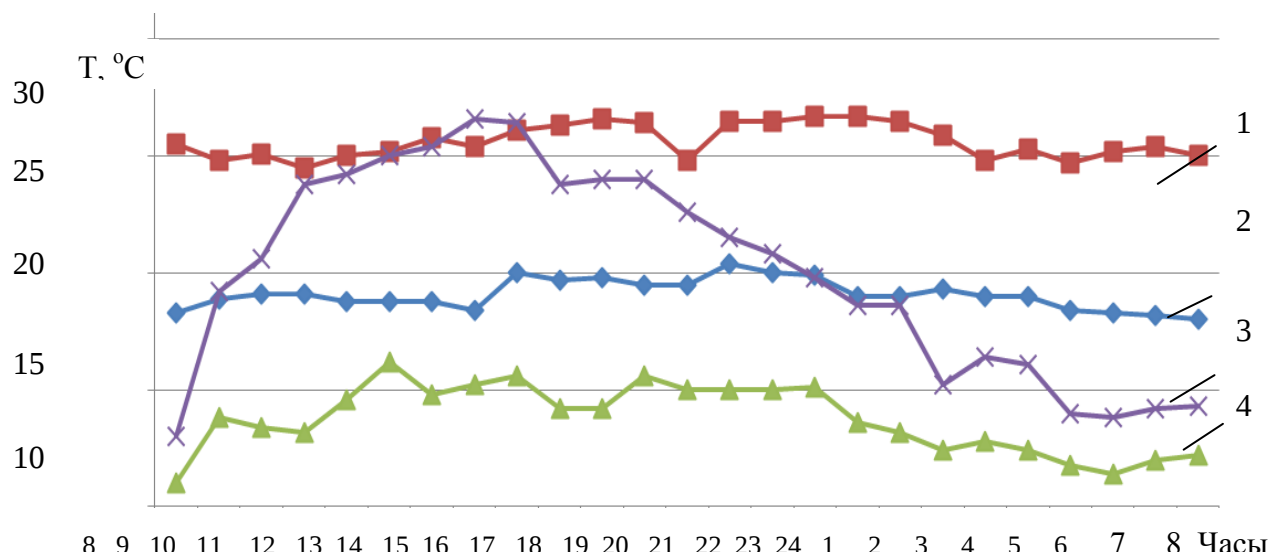


Рисунок 3 – Зависимости температуры оборотной воды от времени суток. 1 – температура поступающей воды; 2 – температура охлажденной в градирне воды; 3 – температура атмосферного воздуха; 4 – температура атмосферного воздуха по влажному термометру

Цех холодной прокатки № 1 потребляет значительное количество «защитной атмосферы» для проведения «светлого» отжига холоднокатаного металла в колпаковых печах. Защитную атмосферу для нужд цеха вырабатывает станция защитного газа. Качество защитного газа определяют его составом: он должен быть стабильным, в нем не должны присутствовать кислород и водяные пары, иначе они могут вызвать окисление поверхности металла и образование «цветов побежалости». Содержание вредных примесей CO должно быть не более 1,0 % об. для предотвращения выделения сажи на поверхности рулонов, примесей CO₂ ≤ 0,25 % об. [3].

К защитному газу, используемому в колпаковых печах с песочными затворами, предъявляются дополнительные требования: содержание водорода не должно превышать 5 % об. для обеспечения взрывобезопасности; содержание окиси углерода должно быть минимальным во избежание загрязнения атмосферы цеха путем просачивания через песочный затвор.

Станция защитного газа, имеющая в составе агрегаты «N₂–400 ПКН₂» (см. рисунок 4) производит до 1200 нм³/ч азотного защитного газа следующего состава, % об.: H₂ – 4–5; CO – не более 1; CO₂ – не более 0,25; O₂ – не более 0,002 (точка росы – минус 50 °C); N₂ – 93–94. Исходным сырьем для получения защитного газа на агрегатах «N₂–400 ПКН₂» является природный газ. Защитный газ производят методом неполного сжигания природного газа и очисткой полученного продукта от вредных примесей.



Рисунок 4 – Агрегат «N₂ – 400ПКН₂» (конвертор) для производства защитного газа.

На агрегате «N₂–400 ПКН₂» охлаждение защитного газа и раствора МЭА (моноэтаноламина) происходит в 4 кожухотрубчатых холодильниках, два из которых расположены один над другим. Вода для охлаждения подается на каждый холодильник по отдельным водоводам круглосуточно. Предложили на 2 холодильниках, расположенных один над другим, соединить выход из верхнего холодильника со входом в нижний холодильник (расход на каждый холодильник по 20 м³/час) и использовать последовательную подачу воды на два охладителя (см. рисунок 5) с учетом температуры воды, подаваемой на станцию, что позволило сократить потребление условно чистой воды и сброс стоков в объеме 117,12 тыс. м³/год.

При проведении работ по техобслуживанию и ремонту конвертора, перед его вскрытием, необходимо провести пассивацию катализатора. Согласно технологической инструкции пассивация проводится защитным газом, полученным в конверторе с постепенным повышением в нем содержания кислорода до 20 %; процесс продолжительностью 2 суток (во избежание горения в слоях катализатора) и использованием условно чистой воды в объеме 15,56 тыс. м³/год.

Для сокращения затрат на проведение технического обслуживания конвертора работники комбината заменили защитный газ на технический азот, что позволило отказаться от использования условно чистой воды в объеме 15,56 тыс. м³/год и прекратить ее сброс в том же объеме.

Процесс водоснабжения мокрых газоочисток доменных печей включает шламовую насосную станцию для приема сточных, нагретых до температуры 65–68 °С загрязненных вод от газоочисток и подачу их с концентрацией взвешенных веществ 4–8 г/дм³ для разделения твердой и жидкой фазы на гидроциклоны-флокуляторы, после которых осветленная вода с концентрацией взвешенных веществ до 200 мг/дм³ подается под гидростатическим напором на вентиляторные градирни ВГ–70 для охлаждения и через насосную станцию осветленной воды возвращается на мокрые газоочистки доменных печей.



Рисунок 5 – Фото трубопроводов последовательной подачи воды на охлаждение агрегата «N₂ – 400ПКН₂»

До реконструкции вентиляторных градирен, осветленная вода имела температуру до 60 °С. Поэтому доменный газ после очистки имел температуру после охлаждения 56 °С, и соответственно высокую степень влагосодержания, что приводило к повышенным затратам на его сжигание в котлах ТЭЦ.

В то же время при общем объеме оборотной воды 3200–3500 м³/час объем продувки составлял 600–800 м³/час. Поэтому было принято решение провести реконструкцию венти-

ляторной градирни и снизить температуру оборотной воды до 38 °С и соответственно снизить температуру доменного газа до 50 °С.

После ввода в эксплуатацию вентиляторной градирни FRPP-4250-3 (рисунок 6), обеспечена стабильная температура охлажденной воды менее 38 °С (рисунок 7), что позволило снизить температуру доменного газа до 48 °С, потребление подпиточной воды из р. Днепр на 3,5 млн м³/год и сброс нагретой воды в водосборное сооружение, соответственно сократить затраты на транспортировку воды из источника и плату за спецводопользование.



Рисунок 6 – Фото вентиляторной градирни «FRPP-4250-3» оборотного цикла водоснабжения газоочисток доменных печей

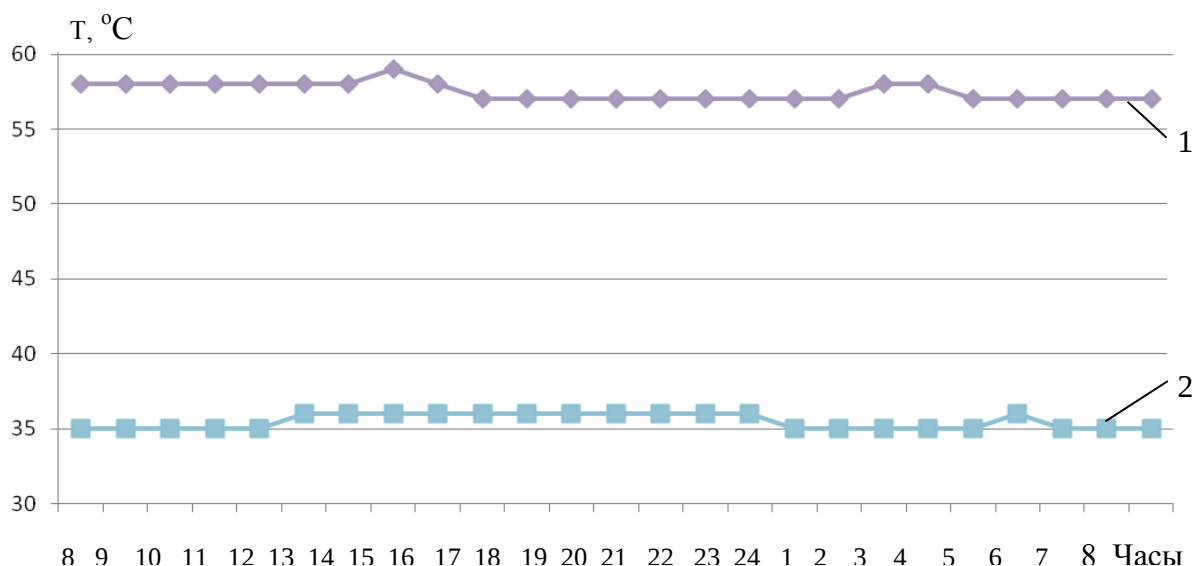


Рисунок 7 – Зависимости температуры оборотной воды от времени суток:
1 – температура поступающей воды; 2 – температура охлажденной в градирне воды

Выводы. Сложившаяся на комбинате ПАО «Запорожсталь» экономическая ситуация не позволила реализовать научно обоснованные схемы бессточного водоснабжения металлургического предприятия, предложенные ведущими научно-исследовательскими и проектными организациями СССР: Запорожским индустриальным институтом (теперь – Запорожская государственная инженерная академия), ВНИПИЧерметэнергоочистка (теперь – ГП

«УкрНТЦ «Энергосталь») и Харьковским филиалом ВНИИВодгео, до научно обоснованного минимума использования для подпитки свежей воды в объеме 25,122 млн м³/год.

1. В последние годы выполнен масштабный проект по реконструкции технологии травления тонколистового проката, что позволило полностью сократить водопотребление и сброс сточных вод в р. Днепр от цеха холодной прокатки в объеме более 1 млн м³/год и сброс кислых стоков в водосборное сооружение б. Капустянка.

2. На примере реконструкции водоохлаждающих сооружений оборотных циклов водоснабжения показана возможность достижения значительного экологического эффекта:

- на оборотном цикле водоснабжения цеха горячей прокатки тонкого листа после реконструкции снизили водопотребление более чем на 1,64 млн м³/год и сброс сточных вод в том же объеме;

- на оборотном цикле водоснабжения мокрых газоочисток доменных печей, после реконструкции снизили водопотребление более чем на 3,5 млн м³/год и сброс сточных вод в том же объеме.

3. Эффективны технические решения по модернизации локальных водооборотных систем, как пример, реализация таких решений на оборудовании системы производства защитного газа ПАО «Запорожсталь», что позволило снизить водопотребление более чем на 130 тыс. м³ год и снизить сброс сточных вод в том же объеме.

4. Опыт реконструкции оборотных систем водоснабжения комбината ПАО «Запорожсталь» применим на других предприятиях горно-металлургического комплекса. Реализация подобных технических решений позволит снизить техногенное воздействие на ОПС от сбросов сточных вод предприятиями ГМК в водоемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бисеров Р. А. Методич. указания по организации и проведению научно-исследовательских работ / Р. А. Бисеров, Н. П. Назаренко, Н. А. Украинец. – Запорожье : ЗИИ, 1992. – 55 с.

2. Довкілля України : Статист збірник. – К. : Держ. ком. Статистики України, 2005. – 260 с.

3. Мурашкин А. В. Использование технического азота для получения защитной атмосферы, применяемой в колпаковых печах ЦХП / А. В. Мурашкин, О. А. Абисидарский, С. И. Яковенко, Л. М. Родин, М. А. Рогулева // Металл и литье Украины. – К. : «Золотая фортуна» Бизнес Бук, 2012. – № 2–3 (225–226). – С. 66–68.

4. Отчет по научно-исследовательской работе «Подготовка предложений по бессточной системе водоснабжения запорожского промузла (предприятия Минчермета СССР)». № Госрегистрации 01.83.0018999. – Запорожье : ЗИИ, 1984. – 137 с.

5. Пантелят Г. С. Системы водоснабжения металлургических производств, исключаящих сброс отработанных вод в водоемы : автореф. дисс. ... д. т. н. / Г. С. Пантелят : М., 1985. – 48 с.

6. Сидоренко А. П. Уменьшение затрат при обезвоживании осадков / А. П. Сидоренко, А. А. Атаманюк, В. Е. Коваленко, З. С. Музыкина // Экология и промышленность. – Х. : ГП «УкрГНТЦ «Энергосталь», 2007. – №1 (10). – С. 31–35.

7. Сталинский Д. В. Анализ водопотребления и водоотведения на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины за 2004–2005 гг. Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов / Д. В. Сталинский, В. Д. Мантула, С. И. Эпштейн, З. С. Музыкина // Сб. науч. статей XV Междунар. науч.-практ. конф. / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Х.: «Издательство Сага», 2007. – Т. 2. – С. 172–178.

8. Указания и нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели энергетического хозяйства предприятий черной металлургии. Металлургические заводы. Т. 14. – М. : Главпроект, Министерство черной металлургии СССР, 1973. – 58 с.

ВЛИЯНИЕ КОМПОСТОВ НА ВОДОПРОЧНОСТЬ СТРУКТУРЫ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Антоненко Дарья Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, dasha-slav@rambler.ru

В статье рассматриваются результаты двухлетних исследований изменения агрегатного состава чернозема выщелоченного, водопрочности его структуры и биологического урожая зерна озимой пшеницы при внесении различных удобрений. На основе вегетационного опыта выявлено положительное влияние не только органических удобрений (осадки сточных вод, навоз КРС, птичий помет) на физическое сложение чернозема выщелоченного, но и компостов, составленных на основе этих органических отходов с добавлением фосфогипса и растительных остатков. Максимальный биологический урожай получен в вариантах вегетационного опыта, в которые вносили компосты.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, органические отходы, компосты, фосфогипс, растительные остатки, агрегатный состав почвы, водопрочность агрегатов, озимая пшеница, масса 1000 зерен, биологический урожай.

COMPOSTS AND THEIR INFLUENCE ON WATER STABILITY OF STRUCTURES LEACHED CHERNOZEM AND ITS PRODUCTIVITY

Antonenko D. A.

The results of investigation of the changes in the aggregate composition of leached chernozem, water stability of its structure, and the biological yield of winter wheat grain when application of various fertilizers are discussed in the article. On the basis of the vegetation experience were identified what not only organic fertilizers (sewage sludge, cattle manure, poultry manure) positively influenced on physical composition of leached chernozem, but also by composts based on these organic wastes with the addition of phosphogypsum and plant residues. The maximum biological yield was obtained in variants of vegetation experience, in which composts were introduced.

Keywords: leached chernozem, organic wastes, composts, phosphogypsum, plant residues, aggregate composition of soil, water stability of aggregates, 1000 grains mass, biological yield.

Почвенный покров является главной составляющей любого аграрного ландшафта, которая поддерживает его сбалансированное функционирование и обеспечивает цикличность круговорота веществ и энергии. Поддержание и сохранение почвенного плодородия на должном уровне непростая задача в связи с возрастающим негативным влиянием интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Длительное землепользование ухудшает структуру черноземных почв, снижает количество агрономически ценных и водопрочных агрегатов, способствует переуплотнению пахотного слоя. Особую тревогу вызывает прогрессирующая потеря гумуса черноземами Кубани. Так, на наиболее продуктивных выщелоченных черноземах за 100 лет интенсивной сельскохозяйственной деятельности эта потеря составляет 30–40 % [3, 4]. На сегодняшний день в большинстве хозяйствах края получение растениеводческой продукции идет за счет потенциального плодородия почв. К сожалению, ситуация с использованием агроландшафтов в крае не совсем благоприятна, поэтому первоочередной является разработка способов выращивания сельскохозяйственных культур с ориентацией на почвоохранные технологии.

На наш взгляд, использование многокомпонентных компостов в качестве основного органического удобрения является одним из эффективных способов восстановления и поддержания плодородия почвы, в частности ее физического состояния. Исследования в этом направлении ведутся на кафедре общей биологии и экологии КубГАУ на протяжении многих лет, и одним из видов наблюдений является проведение вегетационных опытов с различными видами компостов [5, 6, 7]. В данной статье представлены результаты вегетационного

опыта по изучению влияния органических отходов и компостов на их основе на структуру чернозема выщелоченного и его продуктивность.

Методика исследования. Вегетационный опыт был заложен осенью (сентябрь-октябрь), для чего в сосуды объемом 5–6 см³ набивали просеянную почву (чернозем выщелоченный). Заранее в сосудах для создания дренажной системы были проделаны отверстия и на дно сосуда выкладывали крупную фракцию щебня. Опыт включал 7 вариантов по 10 повторений:

- 1) контроль – почва + минеральные удобрения (из расчета N₁₂P₅₂ кг/га);
- 2) почва + осадки сточных вод (ОСВ) (из расчета 30 т/га);
- 3) почва + компост I (ОСВ + ФГ + РО) (из расчета 35 т/га);
- 4) почва + полуперепревший навоз КРС (из расчета 50 т/га);
- 5) почва + компост II (навоз КРС + ФГ + РО) (из расчета 60 т/га);
- 6) почва + птичий помет (из расчета 8 т/га);
- 7) почва + компост III (птичий помет + ФГ + РО) (из расчета 10 т/га).

Разные виды компостов готовили заранее. Для этого смешивали органическую часть (ОСВ, навоз КРС или птичий помет) с фосфогипсом в соотношении 10 : 1. Дополнительно в полученную органоминеральную смесь добавляли растительные остатки (РО) (солома озимой пшеницы, ячменя, подсолнечная лузга, отходы силоса). Затем все тщательно перемешивали и использовали для внесения в сосуды с почвой. В октябре в каждый сосуд посеяли по 5 зерновок озимой пшеницы. Ранней весной после перехода озимой пшеницы в фазу активного кущения в сосудах оставляли по 3 растения. После завершения фазы созревания зерна был собран урожай.

Для определения агрегатного состава («сухое» и «мокрое» просеивание) использовали метод Н. И. Саввинова. При изучении продуктивности озимой пшеницы рассматривались следующие показатели: количество продуктивных побегов на растение, длина колоса, количество зерен на растение, масса зерен с 1 колоса, масса 1000 зерен и биологический урожай.

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из важных показателей, характеризующих физическое состояние почвенного покрова, является содержание агрономически ценных агрегатов (Σ 0,25–10 мм) и коэффициент структурности почвы (Кст). Заметное улучшение почвенной структуры чернозема выщелоченного выявлено в вегетационном опыте, что подтверждается результатами других исследований [1, 2].

Так, в первый год после внесения органических и органоминеральных удобрений содержание агрономически ценных агрегатов в контрольной почве с применением только минеральных удобрений составило 60,6 %, а в опытных (различные виды органики и компостов) – от 65,14 до 74,61. При этом максимальные значения данного показателя характерны для почвы, в которую вносили компост на основе ОСВ, фосфогипса и РО (74,61 %). Также отмечено, что органические удобрения в чистом виде (ОСВ, полуперепревший навоз КРС, птичий помет) меньше способствовали формированию хорошей структуры почвы по сравнению с компостами. Во второй год действия внесенных компостов также отмечено уверенное преобладание агрономически ценных агрегатов и Кст над НРК и органическими удобрениями. Здесь же прослеживается благоприятное влияние осадков сточных вод (ОСВ) на формирование оптимальной почвенной структуры. Именно в вариантах с внесением только ОСВ и компоста на основе ОСВ коэффициент структурности был максимальным и составил 2,68 и 3,48 соответственно на фоне 1,79 НРК (таблица 1).

Таким образом, внесение органоминеральных удобрений в почву способствует усилению агрегирования в корнеобитаемом ее слое, созданию благоприятной структуры, которая оптимизирует экологические условия почвы как среды обитания. Усиление агрегации почвы является важным процессом в сохранении органического углерода почвы, поддержании ее плодородия. Однако с экологической точки зрения еще более важным является свойство почвы противостоять разрушающему действию воды, то есть ее водопрочность. Водопрочность почвы оценивает ее способность в условиях воздействия водного потока сохранять

благоприятную структуру. Показателем, характеризующим водопрочность почвы, является содержание фракций с размером частиц менее 0,25 мм, которые образуются при «мокроем» просеивании. Чем больше таких фракций, тем почва более подвержена распылению и разрушению. Эти почвенные фракции способствуют образованию нежелательной корки на поверхности почвы после осадков. Через неё плохо проникает вода, и, как следствие, увеличивается плотность почвы, снижается ее водопроницаемость, что в совокупности создает условия для развития эрозионных процессов. Способность противостоять разрушающему действию воды уменьшает вероятность возникновения смыва почвенных частиц по уклону местности и деградации почв.

Таблица 1 – Изменение агрегатного состава чернозема выщелоченного при внесении различных удобрений, вегетационный опыт

Вариант	Содержание агрономически ценных агрегатов, %	К ст
1-й год после внесения компостов		
НРК	60,64 ± 2,01	1,54 ± 0,07
ОСВ	69,05 ± 2,45	2,23 ± 0,10
Компост I	74,61 ± 2,70	2,94 ± 0,15
Полуперепревший навоз КРС	70,05 ± 2,45	2,34 ± 0,12
Компост II	72,20 ± 2,51	2,60 ± 0,13
Птичий помет	65,14 ± 2,26	1,87 ± 0,09
Компост III	70,98 ± 2,50	2,45 ± 0,12
2-й год после внесения компостов		
НРК	64,15 ± 2,21	1,79 ± 0,10
ОСВ	72,82 ± 2,52	2,68 ± 0,13
Компост I	77,70 ± 2,74	3,48 ± 0,17
Полуперепревший навоз КРС	72,22 ± 2,53	2,60 ± 0,13
Компост II	75,20 ± 2,70	3,03 ± 0,15
Птичий помет	68,17 ± 2,33	2,14 ± 0,11
Компост III	72,11 ± 2,51	2,59 ± 0,13

В таблице 2 представлены результаты определения водопрочности агрегатов чернозема выщелоченного в вегетационном опыте. Из нее видно, что при использовании органоминеральных компостов снижается доля неблагоприятных фракций (< 0,25 мм). Так, на контроле данный показатель составил 68,1, а в вариантах с внесением компоста I, II и III – 55,2, 57,1 и 57,5 % соответственно. Причем явно выражено увеличение доли фракций размером > 5, 1–2, 1–0,5 мм, которые формируют прочность структурного сложения почвы. Почва, в которую вносились только органические удобрения, также по сравнению с НРК отличалась преобладанием фракций > 0,25 мм, следовательно, именно органика играет важную роль в формировании водопрочности почвы. Похожая тенденция выявлена и на второй год проведения вегетационного опыта. Минимальные количества фракций < 0,25 мм характерны для вариантов с использованием компоста на основе ОСВ, навоза КРС и птичьего помета (56,6, 58,4 и 59,9 % соответственно). Данные различия статистически достоверны на 5 % уровне значимости (таблица 2).

Используемые в вегетационном опыте компосты отличаются многокомпонентностью состава, поэтому их внесение в почву способствует изменению ряда почвенных характеристик, в том числе структурного сложения. Так, органические компоненты (органические отходы и РО) являются источником гумусовых веществ, а фосфогипс – кальция. В свою очередь эти вещества играют одну из главных ролей в формировании прочной, хорошо агрегированной почвенной структуры. Все это в совокупности создает условия для формирования органоминеральных комплексов из поступившего органического вещества и почвенных минералов. Кальций, выступая в качестве коагулянта, поддерживает процесс сцепления органических и минеральных частей, благоприятствует образованию прочных агрегатов [8, 9].

Таким образом, результаты исследований позволяют заключить, что совместное использование фосфогипса и растительных остатков с органическими отходами (ОСВ, навоз

КРС и птичий помет) благоприятно сказывается на почвенной структуре и ее водопрочности, что повышает противозерозионную устойчивость почвы и создает экологически благоприятные условия для жизнедеятельности растительных и животных организмов, что сказалось в опыте, в котором в течение двух лет оценивалось изменение биологического урожая озимой пшеницы сорта Фортуна при внесении различных удобрений.

Таблица 2 – Изменение водопрочности агрегатов чернозема выщелоченного при внесении различных удобрений, вегетационный опыт

Вариант	Размера агрегатов (мм) и их содержание (%)					
	> 5	2–5	1–2	1–0,5	0,5–0,25	< 0,25
1-й год после внесения компоста						
НРК	1,01 ± 0,05	2,37 ± 0,11	2,69 ± 0,12	5,57 ± 0,26	20,23 ± 0,99	68,13 ± 3,01
ОСВ	1,15 ± 0,06	3,21 ± 0,16	4,05 ± 0,19	9,54 ± 0,45	20,12 ± 1,00	61,93 ± 3,05
Компост I	2,34 ± 0,10	5,47 ± 0,25	5,90 ± 0,27	11,28 ± 0,54	19,77 ± 0,99	55,24 ± 2,74
Полуперепревший навоз КРС	1,13 ± 0,05	3,55 ± 0,16	3,98 ± 0,19	10,31 ± 0,50	20,55 ± 1,02	60,48 ± 3,01
Компост II	2,04 ± 0,10	3,77 ± 0,17	5,14 ± 0,24	12,02 ± 0,57	19,97 ± 0,99	57,06 ± 2,80
Птичий помет	1,53 ± 0,08	4,84 ± 0,21	5,53 ± 0,26	9,97 ± 0,49	18,39 ± 0,90	59,74 ± 2,98
Компост III	1,97 ± 0,09	3,63 ± 0,17	5,21 ± 0,25	11,47 ± 0,55	20,21 ± 1,00	57,51 ± 2,86
2-й год после внесения компоста						
НРК	1,21 ± 0,05	2,94 ± 0,14	3,82 ± 0,18	7,60 ± 0,38	19,12 ± 0,96	65,31 ± 3,25
ОСВ	1,41 ± 0,06	2,71 ± 0,14	4,10 ± 0,20	12,14 ± 0,60	18,82 ± 0,94	60,82 ± 3,02
Компост I	2,06 ± 0,09	3,48 ± 0,16	5,02 ± 0,24	12,92 ± 0,64	19,97 ± 1,00	56,55 ± 2,80
Полуперепревший навоз КРС	1,25 ± 0,06	3,45 ± 0,17	3,14 ± 0,15	11,85 ± 0,58	19,82 ± 0,99	60,49 ± 3,00
Компост II	2,11 ± 0,10	3,27 ± 0,15	4,96 ± 0,24	13,22 ± 0,65	18,04 ± 0,90	58,40 ± 2,90
Птичий помет	1,57 ± 0,08	3,18 ± 0,15	3,84 ± 0,18	11,15 ± 0,54	20,11 ± 1,00	60,15 ± 3,00
Компост III	2,01 ± 0,10	3,51 ± 0,17	4,62 ± 0,20	13,28 ± 0,65	16,73 ± 0,84	59,86 ± 2,98

Количество продуктивных стеблей озимой пшеницы по вариантам опыта варьировала от 9,5 до 11,8 шт./сосуд, при этом среднее значение данного показателя по опыту в первый год исследований составило 10,9. Наибольшее количество продуктивных побегов выявлено в сосудах, в которые вносили компосты (в среднем 11,6 шт./сосуд). Использование органических отходов также увеличивало данный показатель. Такие изменения, соответственно, сказались на биологическом урожае зерна озимой пшеницы: в среднем по опыту урожай составил 14,66 г/сосуд, в варианте с внесением НРК – 11,4, органических удобрений – 13,8, компостов – 16,6. Максимальный биологический урожай получен в варианте с применением компоста на основе полуперепревшего навоза КРС, фосфогипса и РО (17,7 г/сосуд). Меньшим положительным эффектом среди компостов обладал компост, включающий птичий помет, фосфогипс и РО (15,5 г/сосуд) (таблица 3).

Во второй год исследований выявлены сходные изменения в структуре биологического урожая зерна озимой пшеницы. При использовании органических удобрений или компостов прослеживалось увеличение количества продуктивных побегов, длины колоса, количества зерен в 1 колосе, массы зерна с 1 колоса и массы 1000 зерен, что сказалось на биологическом урожае. Минимальные значения всех этих показателей характерны для варианта с минеральными удобрениями. Масса 1000 зерен статистически значимо увеличивалась по сравнению с НРК в вариантах компост I, II и III. Среднее значение биологического урожая во второй год исследований составило 13,31 г/сосуд, что меньше показателя первого года после внесения удобрений. Максимальный биологический урожай и масса 1000 зерен среди компостов характерны для варианта с компостом II (полуперепревший навоз КРС + фосфогипс + РО); минимальный – с компостом I (ОСВ + фосфогипс + РО). Разница в биологическом урожае и массе 1000 зерен между вариантами с органическими отходами незначительна и находится в пределах ошибки средней (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение биологического урожая зерна озимой пшеницы при внесении различных удобрений, вегетационный опыт

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./сосуд	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Биологический урожай, г/сосуд
1-й год после внесения компоста						
НРК	9,5	8,2	28,4	1,2	42,25	11,40
ОСВ	10,7	9,5	29,5	1,3	44,07	13,91
Компост I	11,8	9,8	31,8	1,4	44,03	16,52
Полуперепревший навоз КРС	11,2	9,5	30,8	1,3	42,21	14,56
Компост II	11,8	10,1	32,4	1,5	46,30	17,70
Птичий помет	10,0	9,2	29,1	1,3	44,67	13,00
Компост III	11,1	9,6	31,2	1,4	44,87	15,54
Среднее	10,9	9,4	30,5	1,34	44,06	14,66
НСР ₀₅	0,6	0,5	1,7	0,10	1,92	1,61
2-й год после внесения компоста						
НРК	9,0	8,4	28,8	1,1	38,19	9,90
ОСВ	10,0	9,2	29,5	1,2	40,68	12,00
Компост I	11,2	9,7	30,6	1,3	42,48	14,56
Полуперепревший навоз КРС	10,1	9,3	29,8	1,2	40,27	12,12
Компост II	11,6	10,2	32,2	1,5	46,58	17,40
Птичий помет	9,8	8,8	29,4	1,2	40,82	11,76
Компост III	11,0	9,9	31,4	1,4	44,59	15,40
Среднее	10,4	9,4	30,2	1,26	41,94	13,31
НСР ₀₅	0,5	0,5	1,6	0,10	1,70	1,52

Таким образом, улучшение физического сложения почвы, водопропускности ее структуры благоприятно сказывается на биологическом урожае озимой пшеницы. Органические и органо-минеральные удобрения обладают большим положительным эффектом, чем минеральные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Влияние органо-минеральных удобрений на свойства чернозема выщелоченного и состав почвенной мезофауны / Д. А. Антоненко, О. А. Мельник, Д. А. Антоненко // Труды КубГАУ. – 2017. – № 64. – С. 43–51.
2. Антоненко Д. А. Воздействие свиного навоза и компоста на его основе на свойства чернозема выщелоченного и продуктивность озимой пшеницы / Д. А. Антоненко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 40–46.
3. Белюченко И. С. Экология Кубани Ч. II / И.С. Белюченко // Краснодар : Изд-во КГАУ. – 2005. – 470 с.
4. Белюченко И. С. Динамика органического вещества и проблемы его трансформации в почвах степной зоны края / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 5–17.
5. Белюченко И. С. Отходы производства и потребления как сырьевая основа сложных компостов / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т.10. – № 3. – С.14–23.
6. Белюченко И. С. Сохранение плодородия чернозема обыкновенного при использовании сложного компоста / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко, О. А. Мельник // Роль почв в биосфере и жизни человека : Междун. науч. конф. : 100-летию со дня рождения академика Г. В. Добровольского, к Международному году почв, 2015. – С. 15–17.
7. Мельник О. А. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на продуктивность растений и качество их урожая / О. А. Мельник, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 30–33.
8. Славгородская Д. А. Влияние фосфогипса на агрофизические свойства почвы / Д. А. Славгородская // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – 2010. – С. 168–171.
9. Славгородская Д. А. Влияние органо-минерального компоста на физические и агрохимические свойства чернозема обыкновенного / Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 5–11.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Гукалов Владимир Николаевич, доктор биологических наук, Глава муниципального образования Ленинградский район, *Россия, Краснодарский край, ст. Ленинградская, ул. Чернышевского, 179, adminlenkub@mail.ru.*

Основной целью работы явилось оценка состояния почвенного покрова в составе окружающих ландшафтных систем с учетом литературных данных, а также по отчетам прошлых лет и разработка на этой основе программы оценки воздействия на окружающую среду. Экспедиционные обследования ландшафтных систем, окружающих различные предприятия, включая анализ проб растительности, почвы, воды, донных отложений, воздушного пространства, а также оценку физико-химических свойств и загрязненности почв в ландшафтных системах, в частности тяжелыми металлами.

Ключевые слова: лесополоса, агрозона, природная зона, урболандшафты, кислотность почвы.

GRANULOMETRIC COMPOSITION OF SOILS OF AGRICULTURAL LANDSCAPES

Gukalov V. N.

The main purpose of the work was to assess the state of the soil cover in the surrounding landscape systems, taking into account the literature data, as well as on the reports of previous years and the development on this basis of an environmental impact assessment program. Expedition surveys of landscape systems surrounding various enterprises, included analysis of vegetation, soil, water, bottom sediments, air-space, as well as assessment of physical and chemical properties and soil contamination in landscape systems, in particular heavy metals.

Key words: forest belt, agrozone, natural zone, urbolandscapes, soil acidity.

В условиях экономического дефицита при ограниченном использовании удобрений и новых почвообрабатывающих машин наиболее доступным средством поддержания гумусного состояния почв в агроландшафте является севооборот с многолетними травами и утилизация нетоварной части урожая. В связи с этим выдвигается идея сбалансированного севооборота, в котором соблюдается равновесие между культурами, являющимися гумусонакопителями либо разрушителями. В таких севооборотах значительно уменьшен дефицит азота за счет возделывания культур-азотфиксаторов [4, 6]. Гранулометрический состав почв определяет многие стороны процесса новообразования и хозяйственного и их использования. Важнейшие водные, воздушные и тепловые свойства почв зависят от их механического состава. Хозяйственное использование почв в земледелии, лесоводстве и строительстве в большей степени определяется механическим составом, чем другими свойствами [7, 8, 13, 14]. Весенний отбор проб показал, что содержание физической глины (меньше 1 мм.) в почвах различных агрозон колеблется в широких пределах (от 22,6 до 63,98 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание физической глины (%) в почвах составляющих аграрного ландшафта

Агроландшафтная зона	Среднее	Min	Max	Коэффициент вариации
Аграрная	45,99	28,13	63,98	13,06
Лесополосы	43,87	25,8	63,76	24,84
Многолетние залежи	45,39	23,32	63,22	14,6
Урбанизированная	41,14	28,82	58	16,89
Природная	42,99	22,6	63,29	18,57

Анализ данных по содержанию глины в составляющих отдельных зон показывает, что почвы на основной их территории характеризуются близкими значениями содержания физической глины, но указывает на определенные различия между разновидностями почвенного покрова, механического состава подстилающих пород, характера формирования и развития в целом почвенного покрова [3, 12].

На исследованной территории выделяются в основном до 5 разновидности почв по механическому составу: суглинки легкий, средний, тяжелый; глина легкая, супесь. Реже всех встречается суглинок легкий (таблица 2).

Таблица 2 – Механический состав почв в различных зонах

Зона	Среднее	Min	Max	Коэффициент вариации, %
0,001–0,005				
Агрозона	27,28	15,4	49,07	16,7
Урбозона	23,85	15,88	35,54	19,6
Природная	25,25	12,19	38,88	20,5
Многолетние залежи	26,75	12,90	38,90	16,88
Лесополоса	25,19	14,27	37,5	27,62
0,005–0,01				
Агрозона	18,7	0,82	27,06	17,1
Урбозона	17,29	12,95	22,45	13,7
Природная	17,74	10,40	24,66	17,15
Многолетние залежи	18,6	10,4	26,2	12,5
Лесополоса	18,67	11,52	26,26	21,5
0,01–0,05				
Агрозона	49,61	16,96	63,11	13,27
Урбозона	53,94	38,17	64,80	11,52
Природная	50,54	32,68	61,20	13,27
Многолетние залежи	50,15	32,70	64,30	11,68
Лесополоса	50,94	32,63	64,7	18,58
0,05–0,25				
Агрозона	1,30	0,009	22,49	245,6
Урбозона	2,26	0,009	9,10	95,68
Природная	3,57	0,009	26,66	160,78
Многолетние залежи	1,48	0,009	17,46	182,7
Лесополоса	2,59	0,009	7,74	96,56
0,0005–0,001 – ил грубый (илистая фракция), 0,001–0,005 – пыль легкая (пылеватая фракция) 0,005–0,01 – пыль средняя (пылеватая фракция), 0,01–0,05 – пыль крупная (крупно-пылеватая фракция), 0,05–0,25 – песок мелкий (песчаная фракция).				

Согласно классификации Качинского, в исследуемых образцах содержание физической глины распределяется следующим образом (%): песок рыхлый (<0–5), песок связной (5–10), супесь (10–20), суглинок тяжелый, суглинок легкий (20–30), средний (30–45), тяжелый (45–60), глина легкая (60–75). Принятое разделение гранулометрических фракций на физический песок и физическую глину очень важно, поскольку это позволяет классифицировать почвы на уровне разновидностей и уже в первом приближении оценивать их физические свойства. Гранулометрический состав почв обследованного района по почвенным разновидностям и фракциям представлен в таблице 3 [3, 5].

Таблица 3 – Механический состав почв

Почвенные разновидности	Фракции			
	Илистая Min/Max	Пылеватая Min/Max	Крупнопылеватая Min/max	Песчаная Min/max
Суглинок тяжелый	0,18–4,09	17,1–49,07	41,46–52,58	0,01–1,87
Суглинок средний	0,14–2,47	13,48–33,27	43,65–58,37	0,97–26,66
Глина легкая	0,26–4,22	19,07–38,92	16,97–37,61	0,01–1,19

Из таблицы 3 видно, что в суглинке среднем и в суглинке тяжелом доминируют крупно-пылеватая фракция (52–58 %), а на пылеватую фракцию в этих разновидностях приходится 33,27–49,07 %. Легкие разновидности отличаются наиболее рыхлым сложением, высокой водопроницаемостью и малой влагоемкостью [9]. Поверхностный слой быстро теряет влагу и иссушается, если находится в агрозоне, т. е. водно-физические свойства не всегда благоприятны. В глине легкой преобладает незначительно пылеватая фракция (38,92 %), а затем

крупно-пылеватая (37,61 %). Илистая фракция характеризуется узким диапазоном (0,26–4,22 %). Разрыв в соотношении ила и пыли свидетельствует о поверхностной плотности, увлажнении и неблагоприятных водно-физических свойствах (плохая водопроницаемость, набухаемость, глыбистая структура, способность заплывать при увлажнении).

В летний период содержание физической глины (частицы меньше 0,01 мм) в почвах различных зон колеблется в пределах от 31,42 до 66,95 % (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание физической глины (%) в почвах различных зон

Зона	Среднее	Min	Max	Коэффициент вариации
Аграрная	51,96	45,77	61,33	8,91
Лесополосы	49,27	33,54	66,95	31,45
Природная	48,36	31,42	63,29	18,66
Урбозона	51,13	42,71	64,18	22,42

На исследуемой территории в различных зонах встречаются (%): суглинок средний – 25; суглинок тяжелый – 41; глина легкая – 22 (таблица 5).

Таблица 5 – Механический состав почв в различных зонах.

Зона	Среднее	Min	Max	Коэффициент вариации, %
<0,0005				
Агрозона	0,38	0,26	0,45	13,27
Лесополосы	0,30	0,25	0,37	15,28
Природная	0,34	0,22	0,49	19,04
Урбозона	0,36	0,26	0,46	17,14
0,0005–0,001				
Агрозона	3,75	2,91	4,94	14,13
Лесополосы	3,38	2,30	4,88	30,49
Природная	3,26	1,91	4,57	20,56
Урбозона	3,42	2,36	4,29	21,50
0,001–0,005				
Агрозона	32,42	23,92	44,25	14,60
Лесополосы	30,99	20,37	44,96	34,69
Природная	28,69	17,58	40,09	20,22
Урбозона	31,01	20,56	39,62	24,50
0,005–0,01				
Агрозона	15,80	11,40	19,68	12,74
Лесополосы	14,61	10,60	20,83	28,41
Природная	14,52	10,80	18,82	14,32
Урбозона	16,52	12,62	20,34	17,12
0,01–0,05				
Агрозона	45,46	28,66	60,19	17,82
Лесополосы	44,98	31,91	59,33	28,55
Природная	48,62	31,07	60,07	16,83
Урбозона	46,59	34,47	57,86	20,84
0,05–0,25				
Агрозона	1,85	0,28	9,33	118,36
Лесополосы	4,83	0,36	20,80	185,13
Природная	3,78	0,33	19,52	137,68
Урбозона	1,90	0,16	6,22	110,97

Гранулометрический состав почв обследованного района по почвенным разновидностям и фракциям представлен в таблице 6.

Из таблицы 6 видно, что доминируют в суглинке среднем и в суглинке тяжелом крупно-пылеватая фракция: 53,33–60,07, а пылеватой фракции в этой разновидности 23,31–40,7 % [2, 9, 11].

Кислотность почвы. Реакция почвенной среды зависит от различных факторов: почвообразующей породы, растительности, влажности и т. д. Она не постоянна, изменяется в течение года, вегетационного периода, а также суток. В значительной степени на нее влияет уровень влажности почвы. pH солевой вытяжки проанализированных проб изменяется от 4,8 до 8,9 ед. pH при среднем значении 5,6. Сравнивая с предыдущими исследованиями (август 2005, 2000 гг.), кислотность почвы повысилась, что возможно связано не с закислением почвы, а временем отбора проб. При pH от 4,6 до 5,0 почвы по степени кислотности относятся к среднекислым, от 5,1 до 5,5 – к слабокислым, при pH 5,6–6,0 – близкие к нейтральным, при pH > 6,0 нейтральные [1, 10].

Таблица 6 – Механический состав почвы

Почвенные разновидности	Фракции			
	Илистая Min/Max	Пылеватая Min/Max	Крупно-пылеватая Min/max	Песчаная Min/max
Суглинок тяжелый	0,18–4,09	17,1–49,07	41,46–52,58	0,01–1,87
Суглинок средний	0,14–2,47	13,48–33,27	43,65–58,37	0,97–26,66
Глина легкая	0,26–4,22	19,07–38,92	16,97–37,61	0,01–1,19

Кислотность почвы различных зон представлены в таблице 7. Отметим, что в среднем почвы показали нейтральную реакцию.

Таблица 7 – Кислотность почвы (pH_{KCl}) различных зон района исследования (весна)

Место отбора	Min	Max	Среднее	Ошибка средней	Коэффициент вариации, %
Агрозона	4,8	8,4	5,7	0,1	15,8
Лесополоса	5,2	6,4	6,0	0,1	5,2
Природная зона	5,1	8,8	6,8	0,1	17,3
Урбозона	4,9	8,5	6,5	0,2	17,5
Многолетняя залежь	5,0	8,9	6,3	0,1	17,5

Аналогичные исследования проводились летом. pH солевой вытяжки проанализированных проб в летний период изменяется от 5,4 до 8,6 ед. pH, при среднем значении 6,4. Сравнивая с результатами, полученными при весеннем исследовании этой территории, необходимо отметить отсутствие среднекислых почв в летних пробах, почвы по степени кислотности изменяются от слабокислых до слабощелочных (таблица 8).

Таблица 8 – Кислотность почвы (pH_{KCl}) различных зон района исследования,

Место отбора	Min	Max	Среднее	Ошибка средней	Коэффициент вариации, %
Агрозона	5,4	7,2	6,0	0,1	8,9
Лесополоса	5,8	6,7	6,2	0,2	5,4
Природная зона	5,5	7,8	6,4	0,2	5,4
Урбозона	5,4	7,8	6,9	0,3	11,6

Плотность (удельная масса) твердой фазы почвы. Величина плотности (удельной массы) твердой фазы почвы зависит от количества органических веществ и равна в среднем 1,4 г/см³, а плотность её минералогического состава варьирует от 2,5 до 3,8 г/см³. Плотность твердой фазы почвы косвенно характеризует усредненный химический состав почвы. Плотность почвы аграрного ландшафта на исследуемой территории изменяется от 1,87 до 2,96 г/см³, при среднем значении 2,3 г/см³. Плотность твердой фазы почвы определяется в различных зонах исследования (таблица 9).

Отметим, что плотность в пределах профиля постепенно увеличивается с глубиной параллельно уменьшению количества гумуса. Наименьшая плотность характерна для верхних горизонтов, богатых гумусом или полуразложившимися растительными остатками.

Таблица 9 – Плотность (удельная масса) почвы различных зон района исследования

Место отбора	Min, г/см ³	Max г/см ³	Среднее, г/см ³	Ошибка средней, г/см ³	Коэффициент вариации, %
Агрозона	2,10	2,96	2,17	0,02	7,14
Лесополоса	2,13	2,67	2,39	0,05	7,21
Природная зона	2,10	2,98	2,38	0,02	6,93
Урбозона	2,14	2,73	2,40	0,02	5,84
Многолетняя залежь	1,87	2,73	2,37	0,01	6,04

Сравнение результатов, полученных по отдельным зонам, показывает незначительное изменение плотности и не выявляет резких различий между ними. В основном, как отмечено выше, большая или меньшая плотность твердой фазы почвы зависит от обладающих невысокой плотностью количества полуразложившихся растительных остатков (древесный и травянистый покров, которые характерны для всех зон). Основную часть расширения видового состава культурных фитоценозов в южных районах СНГ составляют травянистые растения.

Таким образом и особенности сложного компоста любой зоны каждого региона характеризуются большим разнообразием отходов, вызванных, с одной стороны, многообразием животных и различиями выращиваемых культур, с другой вырабатываемыми отходами промышленности, с третьей – использованием природных минеральных ресурсов, которые применяются в строительстве и при добыче полезных ископаемых: оползни, обвалы, аллювиальные процессы, а также состав отходов быта по сезонам. Гетерогенность структуры сложных компостов определяется количеством и качеством компонентов компостной смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алифиров М. Д. Динамика почвенной фауны в агроландшафте степной зоны края / М. Д. Алифиров, И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, В. Н. Гукалов, Ю. Ю. Петух // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 3. – С. 83–95.
2. Белюченко И. С. Зонирование территории Краснодарского края и особенности функционирования природных и техногенных систем / И. С. Белюченко // Экологические проблемы Кубани. – 2003. – № 20. – С. 4–19.
3. Белюченко И. С. Динамика органического вещества и проблемы его трансформации в почвах агроландшафта степной зоны края / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 5–17.
4. Белюченко И. С. Сельскохозяйственная экология : учебное пособие / И. С. Белюченко, О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 297 с.
5. Белюченко И. С. Роль регионального мониторинга в управлении природно-хозяйственными системами края / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 3–16.
6. Белюченко И. С. Введение в антропогенную экологию : учебное пособие / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2011. – 265 с.
7. Белюченко И. С., Федоненко Е. В., Смагин А. В. и др. Биомониторинг состояния окружающей среды : учебное пособие. Под. ред. И. С. Белюченко, Е. В. Федоненко, А. В. Смагина – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 153 с.
8. Белюченко И. С. Интродукция растений как метод расширения видового состава культурных фитоценозов в южных районах СНГ / И. С. Белюченко, Б. А. Мустафаев // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 73–89.
9. Белюченко И. С. Изменение плотности и азотации пахотного слоя чернозема обыкновенного под влиянием сложного компоста / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская // Доклады РАСХН. – 2013. – № 2 – С. 40–43.
10. Белюченко И. С. Сложный компост и круговорот азота и углерода в агроландшафтных системах [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 160–180
11. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 262 с.

12. Муравьев Е. И. Коллоидный состав и коагуляционные свойства дисперсных систем почвы и некоторых отходов промышленности и животноводства / Е. И. Муравьев, И. С. Бelyuchenko // Тр. КубГАУ. – 2008. – Т. 2 (11). – С. 177–182.

13. Belyuchenko I. S. As to the evolutionary relationships of different level systems in the biosphere / I. S. Belyuchenko // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 17–50.

14. Belyuchenko I. S. Evolutionary and ecological approaches to the plants introduction in practice / I. S. Belyuchenko // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 104–111.

УДК 574.24

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО КОМПОСТА НА СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ

Никифорова Юлия Юрьевна, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13

Интенсивное использование черноземных почв в условиях аграрного производства приводит к их деградации, что в настоящее время представляет огромную экологическую проблему. Применение различных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на использовании минеральных удобрений, приводит к постепенному накоплению вредных и загрязняющих веществ, влияющих на многие компоненты окружающей среды. В то же время многие виды органических и минеральных отходов, образующихся в огромных количествах на предприятиях, при грамотном их сочетании в составе сложного компоста, могут быть использованы как ценное удобрение для почв агроландшафтов. В данной работе приводятся результаты полевых исследований по изучению влияния сложного компоста на эколого-фаунистический состав почвенной мезофауны, которая является неотъемлемой составляющей ценных плодородных почв. Установлено, что при использовании сложного компоста в почве статистически достоверно происходит увеличение численности дождевых червей (*Lumbricidae*). Сложный компост оказывает положительное влияние на химизм почвы, включая содержание органического вещества, азота, а также нейтрализует реакцию почвенной среды, улучшает физические свойства (снижение плотности почвы, повышение влажности). Проведенные в динамике исследования позволили определить не только разовый эффект от вносимого в почву сложного компоста, но и установить тенденции его последствий, что имеет важное практическое значение.

Ключевые слова: почвенная мезофауна, дождевые черви, сложный компост, севооборот, агроландшафт, чернозем обыкновенный, полуперепревший навоз крупного рогатого скота, плодородие почвы

INFLUENCE OF COMPLEX COMPOST ON THE COMPOSITION AND NUMBER OF REPRESENTATIVES OF SOIL MESOFAUNA

Nikiforenko Yu. Yu.

Intensive use of chernozem soils in conditions of agricultural production leads to their degradation, which is currently a huge environmental problem. The use of different technologies of cultivation of crops based on the use of fertilizers leads to the gradual accumulation of harmful and polluting substances that affect many components of the environment. At the same time, many types of organic and mineral waste generated in large quantities in enterprises, with a competent combination of them as part of a complex compost, can be used as a valuable fertilizer for soil agrolandscapes. This paper presents the results of field studies to study the impact of complex compost on the ecological and faunal composition of the soil mesofauna, which is an integral part of valuable fertile soils. It is established that the use of complex compost in the soil statistically significant increase in the number of earthworms (*Lumbricidae*). Complex compost has a positive effect on soil chemistry, including the content of organic matter, nitrogen, as well as neutralizes the reaction of the soil environment, improves physical properties (decrease in soil density, humidity). The research carried out in the dynamics made it possible to determine not only the one-time effect of the complex compost introduced into the soil, but also to establish the trends of its aftereffect, which is of great practical importance.

Key words: soil macrofauna, earthworms, complex, compost, crop rotation, agricultural landscape, ordinary chernozem, polupereprevshie the cattle manure, soil fertility

Современное состояние агроландшафтов в результате высоких темпов развития сельскохозяйственного производства характеризуется деградацией почв, снижением их плодородия, обеднением флоры и фауны. Обработка почвы (вспашка, лущение, боронование, диско-

вание, культивация, прикатывание), посев или посадка, внесение удобрений, борьба с вредителями растений и сорняками, уборка урожая, осушение и орошение, культурно-технические работы приводят к обеднению сельскохозяйственных земель [6, 14].

Почва является главной средой обитания для разнообразных фаунистических сообществ. Нарушение экологических условий существования (изменение температуры, влажности, химического состава почвы и т. д.) в первую очередь отражается на изменении их количественного и качественного состава [7, 11].

Агроландшафтная система имеет огромное количество ценных ресурсов, большая часть из которых, в результате нерационального использования, в огромных количествах накапливается, образуя скопления отходов (экскременты животных, растительные остатки и т. д.). С каждым годом возрастает необходимость совершенствования технологических приемов ведения сельского хозяйства с учетом современных экологических требований [1, 2]. Использование сложного компоста является перспективной технологией для повышения плодородия почвы и активизации почвенной фауны [7].

Методы исследований. Научные исследования проводились на базе ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края в период 2008–2013 гг. Полевой опыт был заложен весной 2008 г. на черноземе обыкновенном в условиях агроландшафта. Севооборот был представлен следующими культурами: кукуруза на зерно (2008 г.) – озимая пшеница (2009 г.) – сахарная свекла (2010 г.) – озимая пшеница (2011 г.) – подсолнечник (2012 г.). Исследования проводились по следующим вариантам:

- 1) контроль ($N_{0,5}P_{0,4}$);
- 2) полуперепревший навоз КРС ($5,0 \text{ кг/м}^2$) + $N_{0,5}P_{0,4}$;
- 3) сложный компост ($6,5 \text{ кг/м}^2$) + $N_{0,5}P_{0,4}$.

В состав сложного компоста входили отходы животноводства (полуперепревший навоз крупного рогатого скота (навоз КРС), химической промышленности (фосфогипс) и другие отходы сельского хозяйства. Все компоненты органоминерального компоста укладывались слоями на специальной площадке в отношении 50:5:1 и ежемесячно перемешивались. Компост был готов к использованию через 3–4 мес.

Использование в составе компоста отходов сельскохозяйственных культур с содержанием 2–3 масс. %, обусловлено созданием оптимального сочетания питательных элементов субстрата и сроками созревания компоста. При содержании в составе сложного компоста отходов сельскохозяйственных культур выше 3% потребуются более длительные сроки для приготовления компоста, а образование в большем количестве дубильных веществ при разложении растительных остатков может негативно повлиять на развитие фаунистических сообществ.

Содержание в составе компоста 5–6 масс. % фосфогипса обусловлено созданием оптимальной среды компоста (рН 6,0–6,5), способной снизить щелочность черноземной почвы с 7,8–9,2 до 7,2–7,8, что является одним из важнейших показателей. При содержании фосфогипса > 6 масс. % рН компоста снижается и составляет < 6,0, что может привести к повышению кислотности почвы; содержание фосфогипса < 5 масс. %, наоборот, недостаточно для образования компоста с рН от 6,0 до 6,5, способного снизить щелочность черноземной почвы.

Доза NP приведена из расчета на опытную делянку. Площадь делянок составила 50 м^2 в пятикратной повторности, расположение рендомизированное. Чередование культур определялось технологией их выращивания. Сложный компост и полуперепревший навоз КРС вносились один раз в пять лет, а минеральные удобрения ежегодно в соответствии со сроками и технологическими нормами.

В полевых исследованиях применялись прямые методы учета численности почвенной мезофауны, согласно которым производилась выкопка почвенных образцов на глубину 20 см с площади $20 \times 20 \text{ см}$ и их ручная разборка [8]. Выловленные организмы помещались в фиксирующий раствор, состоящий из 40 % формалина, 70° спирта и дистиллированной воды. Фиксированный материал рассматривали в поле зрения микроскопа БИОМЕД–3.

Аналитические работы проводились в научно-исследовательских лабораториях кафедры общей биологии и экологии Кубанского ГАУ и ОАО «Заветы Ильича» по общепринятым методикам [4]. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью компьютерной программы Microsoft Excel 2007. Достоверность полученных данных определялась с помощью критерия Стьюдента (t-критерия) на 5% уровне значимости ($p=0,05$). Оценка тесноты связей между свойствами чернозема обыкновенного и численностью дождевых червей осуществлялась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмэна [10].

Результаты исследования и их обсуждение. В полевом опыте на территории агроландшафта на посевах сахарной свеклы состав почвенной мезофауны насчитывал 5 классов: насекомые (*Insecta*), паукообразные (*Arachnida*), ракообразные (*Crustaceae*), многоножки (*Myriapoda*), малощетинковые черви (*Olygochaeta*).

Класс насекомые (*Insecta*) в основном был представлен двумя основными отрядами – жесткрылые (*Coleoptera*), включающем семейства *Carabidae*, *Elateridae*, *Scarabaeidae*, *Staphilinidae* и двукрылые (*Diptera*), включающем семейства *Bibionidae*, *Syrphidae*.

Класс паукообразные (*Arachnida*) был представлен особями отряда пауки (*Araneae*); класс ракообразные (*Crustaceae*) – семейством мокрицы (*Oniscidae*); класс многоножки (*Myriapoda*) – отрядами геофилы (*Geophilomorpha*), костьянки (*Lithobiomorpha*), кивсяки (*Julidae*); класс малощетинковые черви (*Olygochaeta*) – отрядом хаплотоксиды (*Haplotaxida*), включающем семейства дождевые черви (*Lumbricidae*) и энхитреиды (*Enchytraeidae*) (таблица 1).

Таблица 1 – Состав почвенной мезофауны в полевом опыте (экз/м²)

Год исследований	Варианты опыта	Жесткрылые (<i>Coleoptera</i>)	Двукрылые (<i>Diptera</i>)	Пауки (<i>Araneae</i>)	Равноногие (<i>Isopoda</i>)	Геофилы (<i>Geophilomorpha</i>)	Костьянки (<i>Lithobiomorpha</i>)	Кивсяки (<i>Juliformia</i>)	Хаплотоксиды (<i>Haplotaxida</i>)
1-й	1	11,6 ± 1,4	9,3 ± 1,1	6,4 ± 1,7	1,5 ± 0,6	2,6 ± 0,9	3,2 ± 0,5	7,8 ± 1,5	68,8 ± 7,3
	2	18,9 ± 1,8	20,0 ± 2,3	4,4 ± 1,2	3,7 ± 1,1	5,9 ± 1,3	4,4 ± 0,8	12,1 ± 1,8	84,3 ± 7,6
	3	22,6 ± 2,1	20,8 ± 1,9	5,4 ± 1,1	6,8 ± 1,3	6,8 ± 1,3	5,4 ± 0,9	21,2 ± 3,1	97,6 ± 8,5
2-й	1	54,5 ± 5,3	12,6 ± 3,2	3,4 ± 1,1	8,7 ± 2,9	6,3 ± 2,2	1,4 ± 0,2	12,4 ± 2,5	127,3 ± 8,8
	2	78,7 ± 6,4	15,4 ± 3,7	3,5 ± 1,2	10,6 ± 2,2	7,4 ± 1,6	2,8 ± 0,7	20,4 ± 3,2	133,7 ± 9,1
	3	93,8 ± 7,9	14,7 ± 3,0	5,6 ± 2,1	12,1 ± 2,8	12,5 ± 3,1	2,9 ± 0,8	22,6 ± 3,5	159,2 ± 9,9
3-й	1	17,0 ± 1,8	9,3 ± 1,2	3,2 ± 0,8	10,3 ± 1,5	4,1 ± 0,8	9,5 ± 1,2	14,1 ± 1,1	61,2 ± 3,2
	2	16,2 ± 1,5	15,6 ± 2,8	5,3 ± 1,1	11,6 ± 1,6	9,7 ± 1,1	8,7 ± 1,1	20,7 ± 1,3	71,1 ± 3,5
	3	31,2 ± 2,1	14,0 ± 2,4	9,7 ± 2,1	19,8 ± 2,3	10,3 ± 1,3	8,6 ± 0,9	26,7 ± 2,1	85,4 ± 4,1
4-й	1	20,5 ± 1,7	8,8 ± 1,8	2,5 ± 0,5	10,3 ± 2,1	4,3 ± 1,2	14,7 ± 2,6	24,1 ± 3,3	74,2 ± 3,9
	2	30,3 ± 2,3	9,3 ± 1,2	4,7 ± 1,0	11,7 ± 3,5	9,5 ± 2,8	17,2 ± 3,9	20,7 ± 4,6	95,3 ± 4,6
	3	33,3 ± 2,4	15,5 ± 2,1	6,4 ± 1,1	19,8 ± 3,4	18,9 ± 3,1	20,8 ± 3,4	31,0 ± 5,2	147,5 ± 9,5
5-й	1	68,7 ± 3,7	9,8 ± 1,7	2,1 ± 0,5	5,9 ± 0,9	3,8 ± 0,6	2,8 ± 0,2	9,5 ± 2,8	63,7 ± 3,4
	2	84,1 ± 4,8	10,6 ± 1,8	2,8 ± 0,8	6,7 ± 1,2	6,7 ± 1,1	6,1 ± 0,8	10,5 ± 1,6	100,5 ± 8,7
	3	100,8 ± 6,7	16,7 ± 2,4	5,3 ± 1,1	9,1 ± 1,4	8,3 ± 1,2	7,5 ± 0,7	21,4 ± 3,8	131,9 ± 9,8

Примечание: 1 – контроль ($N_{0,5}P_{0,4}$); 2 – полуперепревший навоз КРС (5,0 кг/м²) + $N_{0,5}P_{0,4}$; 3 – сложный компост (6,5 кг/м²) + $N_{0,5}P_{0,4}$.

В результате исследований было установлено последствие сложного компоста. Изменения в количественном и качественном составе почвенных обитателей происходили в зависимости от варианта и периода исследований. Почвенная мезофауна при внесении сложного компоста отличалась более высоким таксономическим разнообразием и общей численностью. На участке со сложным компостом в разные годы в сравнении с другими вариантами опыта отмечалось увеличение численности таких семейств, как кивсяки (*Julidae*), дождевые черви (*Lumbricidae*), энхитреиды (*Enchytraeidae*)

В первый год внесения сложного компоста (2008 г.) на посевах кукурузы в верхнем слое почвы (0–20 см) отмечалось заметное увеличение популяции аборигенных видов дож-

девых червей (сем. *Lumbricidae*), относящихся к отряду хаплотоксиды. Численность представителей данного семейства на контроле составила $28,6 \pm 4,1$ экз/м², в варианте с полуперепревшим навозом КРС $32,3 \pm 4,3$ экз/м², тогда как на участке со сложным компостом данный показатель был значительно выше и составил до $58,4 \pm 5,8$ экз/м² (таблица 2).

Таблица 2 – Численность дождевых червей на посевах различных сельскохозяйственных культур в условиях полевого опыта, экз/м²

Год исследований	Культура	Варианты опыта		
		Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+NP
1-й	Кукуруза на зерно	$28,6 \pm 4,1$	$32,3 \pm 4,3$	$58,4 \pm 5,8$
2-й	Озимая пшеница	$30,2 \pm 4,9$	$32,4 \pm 4,6$	$45,7 \pm 5,3$
3-й	Сахарная свекла	$23,4 \pm 3,3$	$25,9 \pm 3,6$	$48,4 \pm 5,2$
4-й	Озимая пшеница	$34,3 \pm 4,6$	$38,1 \pm 4,8$	$55,4 \pm 5,5$
5-й	Подсолнечник	$16,7 \pm 1,1$	$19,6 \pm 2,2$	$47,1 \pm 2,8$

В октябре 2008 г. после уборки кукурузы была высеяна озимая пшеница. Повторного внесения сложного компоста не производилось, что дало возможность оценить его последствие. В период 2008–2009 гг. была установлена сезонная динамика численности дождевых червей на посевах озимой пшеницы (рисунок 1). Представители изучаемого семейства наиболее интенсивно увеличивали свою популяцию на протяжении всего весеннего периода, в результате чего в опыте она составила 43,1–45,7, а на контроле этот показатель колебался от 25,9 до 30,2 экз/м².

Осенью и зимой 2008 г. отмечалось снижение численности дождевых червей во всех вариантах опыта. Это могло быть связано с низкими температурами данного периода, что привело к массовой гибели популяции. В летний период 2009 г. количественные показатели также снизились, что, скорее всего, вызвано наличием высоких температур и переходу популяции в более низкие слои почвы [9, 15, 16]. Однако тенденция увеличения численности дождевых червей на участке со сложным компостом сохранилась.

Результаты исследований на посевах сахарной свеклы в 2010 г. показали, что на участке, где вносился сложный компост, общая численность дождевых червей оказалась выше, чем на других вариантах опыта, и составила $48,4 \pm 5,2$ экз/м². При проведении исследований в период 2011–2012 гг. на посевах различных сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, подсолнечник) также отмечалась тенденция увеличения численности популяции дождевых червей при внесении в почву сложного компоста. В результате исследований было отмечено, что использование на полях севооборота сложного компоста оказывает влияние на численность дождевых червей еще в течение 4–5 лет после внесения [17, 18].

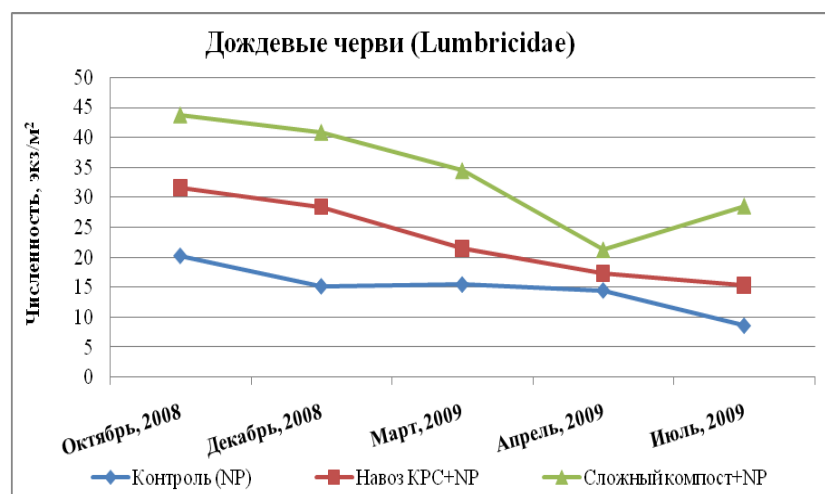


Рисунок 1 – Сезонная динамика численности дождевых червей (*Lumbricidae*) (2008–2009 гг.)

Данный факт может быть связан со свойствами минеральных веществ, входящих в состав сложного компоста, которые усиливают мацерацию растительных остатков, в результа-

те чего создаются благоприятные условия для питания дождевых червей. Возможно, что увеличение содержания в почве органического вещества, полевой влажности, изменение реакции среды, снижение плотности почвы при внесении сложного компоста способствовало повышению численности и активизации деятельности дождевых червей (таблица 3).

Таблица 3 – Физические и химические свойства почвы в полевом опыте

Вариант	Плотность, г/см ³	Полевая влажность, % ³	pH	Органическое вещество, %	Нобщ., %
2008 г. (кукуруза на зерно)					
Контроль (NP)	1,25 ± 0,05	29,52 ± 0,48	7,43 ± 0,16	3,67 ± 0,05	0,20 ± 0,01
Навоз KPC + NP	1,20 ± 0,03	30,21 ± 0,56	7,68 ± 0,15	3,69 ± 0,05	0,23 ± 0,01
Сложный компост+NP	1,11 ± 0,04	32,25 ± 0,58	6,86 ± 0,14	3,75 ± 0,07	0,29 ± 0,01
2009 г. (озимая пшеница)					
Контроль (NP)	1,23 ± 0,04	22,85 ± 0,31	7,41 ± 0,16	3,65 ± 0,07	0,26 ± 0,01
Навоз KPC + NP	1,19 ± 0,02	22,98 ± 0,42	7,79 ± 0,16	3,84 ± 0,07	0,27 ± 0,01
Сложный компост+NP	1,13 ± 0,04	25,18 ± 0,35	6,98 ± 0,15	4,18 ± 0,09	0,31 ± 0,01
2010 г. (сахарная свекла)					
Контроль (NP)	1,24 ± 0,03	25,36 ± 0,44	7,34 ± 0,16	3,54 ± 0,07	0,23 ± 0,01
Навоз KPC + NP	1,18 ± 0,02	26,75 ± 0,52	7,63 ± 0,16	3,68 ± 0,07	0,24 ± 0,01
Сложный компост+NP	1,12 ± 0,01	28,46 ± 0,30	7,03 ± 0,15	4,03 ± 0,09	0,25 ± 0,01
2011 г. (озимая пшеница)					
Контроль (NP)	1,22 ± 0,02	24,18 ± 0,58	7,28 ± 0,11	3,45 ± 0,07	0,23 ± 0,01
Навоз KPC + NP	1,20 ± 0,02	25,47 ± 0,64	7,58 ± 0,14	3,38 ± 0,06	0,31 ± 0,01
Сложный компост+NP	1,15 ± 0,02	27,34 ± 0,69	7,05 ± 0,15	3,87 ± 0,08	0,32 ± 0,01
2012 г. (подсолнечник)					
Контроль (NP)	1,23 ± 0,02	23,17 ± 0,42	7,26 ± 0,14	3,08 ± 0,06	0,35 ± 0,01
Навоз KPC + NP	1,18 ± 0,02	24,31 ± 0,53	7,52 ± 0,13	3,15 ± 0,06	0,38 ± 0,01
Сложный компост+NP	1,16 ± 0,01	29,15 ± 0,74	6,92 ± 0,13	3,43 ± 0,07	0,42 ± 0,01

По данным полевого опыта было отмечено снижение плотности и увеличение общей пористости почвы при внесении в почву сложного компоста. Плотность почвы в варианте с использованием сложного компоста в среднем составила $1,13 \pm 0,02$ г/см³, тогда как на участке с навозом KPC – $1,19 \pm 0,02$, а на контроле – $1,23 \pm 0,03$ г/см³.

Также в ходе проведения исследований на участке со сложным компостом были получены более высокие показатели полевой влажности как в первый год, так и в последствии. На участке с навозом KPC и контроле содержание влаги оказалось ниже в среднем на 10 и 15 % соответственно. В результате можно отметить, что именно использование сложного компоста способствовало большему накоплению влаги в черноземе обыкновенном [3].

Содержание органического вещества в первый год использования сложного компоста изменялось незначительно, однако его минерализация существенно снизилась ввиду коагуляции минеральных коллоидов фосфогипса и органических коллоидов навоза KPC и почвы [1, 5, 11]. Это создает условия для повышения содержания в почве органического вещества, что и подтвердилось в результате исследований. В 2009 г. в посевах озимой пшеницы на участке со сложным компостом его содержание составило $4,18 \pm 0,09$ %, тогда как на контроле – $3,65 \pm 0,07$, а на участке с навозом KPC – $3,84 \pm 0,07$ %. Данная тенденция наблюдалась на протяжении всего периода исследований.

При внесении в почву сложного компоста происходит изменение реакции ее среды в сторону нейтральной pH. На участках, где вносили сложный компост, как в год использования, так и в последующие годы, наблюдалось варьирование показателя pH от $6,75 \pm 0,07$ до $7,10 \pm 0,10$. В варианте с полуперепревшим навозом KPC данный показатель в среднем составил $8,12 \pm 0,11$, а на контроле $7,85 \pm 0,08$.

В результате исследований было установлено, что использование на полях севооборота сложного компоста относительно традиционной обработки способствует достоверному увеличению содержания в почве общего азота на 30–50 % на протяжении 4–5 лет после его внесения.

В результате статистической обработки данных, полученных в ходе исследований, был выполнен корреляционный анализ (рассчитаны коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s) для 5-го уровня значимости, $p=0,05$), подтверждающий влияние некоторых почвенных показателей на численность дождевых червей, которые достоверно повышали свою численность при внесении в почву сложного компоста на протяжении всего периода исследования. Влияние физических и химических свойств почвы на популяцию дождевых червей прослеживается достаточно четко. Достоверные положительные корреляции были установлены между численностью дождевых червей (*Lumbricidae*), плотностью ($r_s=0,54$) и влажностью почвы ($r_s=0,47$), содержанием органического вещества ($r_s=0,68$), общего азота ($r_s=0,45$).

При смешивании органических и минеральных отходов получается комплекс, обеспечивающий прочность образуемых агрегатов и насыщающий почву такими важными элементами, как S, Si, Ca, и рядом микроэлементов. Кроме того, повышается устойчивость органо-минеральных комплексов и питательных веществ к выщелачиванию из почвы, что имеет важное значение для питания и размножения дождевых червей [12, 13].

Применение сложного компоста для повышения плодородия почвы представляет особый интерес и является удобным и экологически безопасным способом, поскольку его вносят на всей площади посева сельскохозяйственных культур, что способствует повышению численности и активизации деятельности почвенной мезофауны и приводит к улучшению микробиологической активности, физических и химических свойств почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алифиров М. Д. К вопросу о технологии переработки свиного навоза в перегной и его обогащение микроэлементами / М. Д. Алифиров, И. С. Белюченко, Т. В. Бозина и др. // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 3. – С. 99–104.
2. Алифиров М. Д. Динамика почвенной мезофауны в агроландшафте степной зоны края / М. Д. Алифиров, И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, В. Н. Гукалов, Ю. Ю. Петух // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 3. – С. 83–96.
3. Антоненко Д. С. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография / Д. С. Антоненко, И. С. Белюченко, В. В. Гукалов и др. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 181 с.
4. Белюченко И. С. Основы экологического мониторинга: практическое пособие для бакалавров / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Г. В. Волошина и др. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 252 с.
5. Белюченко И. С. Влияние сложных компостов на свойства почвы и формирование почвенной биоты / И. С. Белюченко, Ю. Ю. Никифорова // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 4. – С. 3–50.
6. Белюченко И. С. Биомониторинг состояния окружающей среды: учебное пособие для бакалавров и магистров / И. С. Белюченко, Е. В. Федоненко, А. В. Смагин и др. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 153 с.
7. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 419 с.
8. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров. – М. : Наука, 1965. – 278 с.
9. Гукалов В. В. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в посевах озимой пшеницы / В. В. Гукалов, Ю. Ю. Петух // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 66–69.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия: учебное пособие / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
11. Мельник О. А. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве комплексных мелиорантов чернозема обыкновенного / О. А. Мельник, Ю. Ю. Пе-

тух, Д. А. Славгородская // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – Краснодар, 2011. – Т. 7. – № 3. – С. 41–46.

12. Петух Ю. Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в зерновом севообороте / Ю. Ю. Петух // Проблемы рекультивации отходов быта промышленных и сельскохозяйственных производств : I Всерос. науч. конф. – Краснодар, 2009. – С. 194–198.

13. Петух Ю. Ю. Влияние фосфогипса на динамику почвенной мезофауны в полях севооборота / Ю. Ю. Петух // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 61–66.

14. Петух Ю. Ю. Комплексное использование отходов промышленности и сельского хозяйства для улучшения свойств почвы / Ю. Ю. Петух // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12 (131). – С. 417–418.

15. Петух Ю. Ю. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на состав почвенной мезофауны в посевах кукурузы / Ю. Ю. Петух // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 34–37.

16. Петух Ю. Ю. Почвенная биота чернозема обыкновенного при использовании органического компоста / Ю. Ю. Петух // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 21–26.

17. Никифорова Ю. Ю. Роль сложного компоста в развитии почвенной биоты / Ю. Ю. Никифорова // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 46–59.

18. Никифорова Ю. Ю. Состав почвенной мезофауны в черноземе обыкновенном при внесении сложного компоста / Ю. Ю. Никифорова // Эколог. вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 30–39.

УДК 502.56:631.46

СЛОЖНЫЙ КОМПОСТ КАК ИСТОЧНИК ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ АГРОЛАНДШАФТОВ

Мельник Ольга Александровна

кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

Рассматриваются особенности органических отходов животноводства и их значение в составе сложного компоста, а также процессы трансформации в них органического вещества. Отмечено положительное влияние сложного компоста на содержание органического вещества в почвах агроландшафта как основного показателя их плодородия в условиях ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края.

Ключевые слова: сложный компост, отходы животноводства, навоз КРС, растительные остатки, фосфогипс, содержание органического вещества, почва, агроландшафт.

CHARACTERISTICS OF COMPLEX COMPOST AS SOURCE ORGANIC MATERIALS IN SOIL OF AGROLANDSCAPES

Melnik O. A.

Features of organic wastes of animal husbandry in the complex compost, as well as the transformation of organic matter in them are considered. The effect of complex compost on the content of organic matter in the soils of the agrolandscape as the main indicator of their fertility under the conditions of JSC "Zavety Ilyich" of the Leningrad region of the Krasnodar territory was noted.

Key words: complex compost, wastes of animal husbandry, manure cattle, plant residues, phosphogypsum, organic matter content, soil, agrolandscape.

Одним из основных направлений антропогенной деятельности, приводящих к деградации почвы, является сельское хозяйство. Используемые в настоящее время технологии выращивания сельскохозяйственных культур ориентированы только на получение их высокой урожайности, т. е. выполнение потребительских функций, и поэтому являются экологически несовершенными. Такое ведение сельского хозяйства привело к ухудшению агрофизических

и агрохимических свойств почв (повышение плотности, изменение гранулометрического состава и соотношения микро- и макроагрегатов; снижение аэрации, водоудерживающей способности, снижение содержания органического вещества, основных элементов питания и др.) [7, 8]. Эти негативные процессы превратили почвы в почвоподобный субстрат со сниженными экологическими функциями и неблагоприятными условиями для жизнедеятельности почвенных организмов, привели к ухудшению плодородия.

Одним из самых надежных и экологически перспективных способов повышения в почве содержания органического вещества и элементов питания для сельскохозяйственных растений при их выращивании является использование в качестве основного удобрения сложного компоста, в состав которого входят сельскохозяйственные отходы (органические отходы животноводства и растениеводства) и отходы промышленных производств (фосфогипс) [1–6, 9–17].

Навоз – органическое удобрение, содержащее все необходимые для растения питательные элементы. Навоз крупного рогатого скота (КРС), свиней, птичий помет и другие органические отходы животноводства служат для растений источником не только минеральных элементов, но и CO_2 . При бесподстилочном хранении сырых органических отходов на открытых площадках много элементов теряется: азота – до 82, фосфора – до 44, калия – до 45 %. Для предотвращения или уменьшения таких потерь при накоплении и хранении органических отходов к ним рекомендуется добавлять фосфорсодержащие минеральные компоненты, среди которых наиболее перспективным является фосфогипс [2, 5–9].

Фосфогипс – неизбежный крупнотоннажный отход производства фосфорсодержащих удобрений, характеризуется кислой реакцией среды (рН 4,5–5,0). По химическому составу фосфогипс представляет собой нетоксичный пастообразный сульфат кальция ($\text{CaSO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$) с примесью фосфата, фосфорнокислых солей и многочисленных силикатов. Фосфогипс в целом не является коллоидной системой, однако содержит некоторое количество сверхтонких частиц сульфата кальция, кремнефторидов натрия и калия, фосфатов полутонких оксидов; его частицы отличаются малой скоростью диффузии, не проникают через тонкопористые мембраны клеточных структур живых организмов. Фосфогипс отличается также высокой концентрацией кальция и серы, в умеренных дозах в нем содержатся фосфор, кремний и в микроколичествах – остальные элементы земной коры. При хранении фосфогипс выступает как загрязнитель всех компонентов окружающей среды – почвы, растений, животных, поверхностных и грунтовых вод – вследствие наличия в составе отдельных вредных элементов (Sr, F, Cd, Pb, Ni и др.). Однако его использование в смеси с органическими отходами при создании сложного компоста способствует существенному снижению подвижности загрязняющих элементов за счет консервации их в органо-минеральных комплексах и малорастворимых солях металлов [5–9]. Кроме того, применение такого компоста повышает содержание в почве органического вещества и несколько снижает щелочность почвенной среды, что в свою очередь является важным условием перехода загрязнителей в труднодоступные для растений соединения.

Такой подход к восстановлению экологических функций почв агроландшафтов, предложенный сотрудниками кафедры общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета, является альтернативным по отношению к существующим в настоящее время агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

Методика проведения исследований. Влияние сложного компоста на содержание органического вещества в почве оценивалось по результатам полевого опыта, заложенного на территории ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края. Опыт проводился в двух вариантах:

- 1) контроль – принятая для хозяйства норма NPK,
- 2) сложный компост + NPK.

В компонентный состав компоста включены сельскохозяйственные отходы (навоз КРС, растительные остатки) и отход промышленного производства (фосфогипс). Компост был внесен в почву один раз под кукурузу на зерно, в результате чего его действие и последей-

ствие на содержание органического вещества и его запасы в почве наблюдали в течение пяти лет исследований на поле севооборота, представленного следующей сменой сельскохозяйственных культур:

- кукуруза на зерно,
- озимая пшеница,
- сахарная свекла,
- озимая пшеница,
- подсолнечник.

Для определения содержания органического вещества в почве использовали метод Тюрина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26213–91. Статистическая обработка результатов выполнена на 95 % уровне значимости.

Результаты исследований и их обсуждение.

Содержание органического вещества в сложном компосте. Чтобы оценить влияние сложного компоста на содержание органического вещества в почве, сначала изучалась динамика основных показателей самого компоста, в том числе и содержания в нем органики. Свойства сложного компоста, который предлагается использовать как основное удобрение, сравнивались со свойствами используемого в ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района органического удобрения (полуперепревшего навоза КРС). При компостировании навоза КРС совместно с другими отходами сельского хозяйства (различными растительными остатками) и фосфогипсом удобрение приобрело ряд положительных качеств [1, 3]: сохранение в навозе азота, что является важнейшей практической и экологической задачей является. Кроме того, компостирование этих отходов способствовало существенному снижению активности процессов минерализации органического вещества и трансформации азота, что предупреждает бесполезные его потери, характерные для чистого навоза [10–12].

Результаты исследований показали, что минерализация органического вещества при компостировании различных отходов замедляется и его потери в ходе приготовления сложного органоминерального удобрения существенно снижаются. Таким образом, на момент закладки опыта содержание органического вещества в навозе КРС и сложном компосте находилось примерно на одном уровне – в среднем соответственно $23,41 \pm 1,01$ и $24,20 \pm 1,15$ % (рисунок). В течение всего периода компостирования содержание органического вещества в созревающем компосте менялось слабо и в конце составило $21,82 \pm 1,08$ %. Потери же органического вещества в чистом навозе КРС происходили быстрее, и на пятый месяц проведения опыта его концентрация снизилась до $17,53 \pm 0,90$ %.

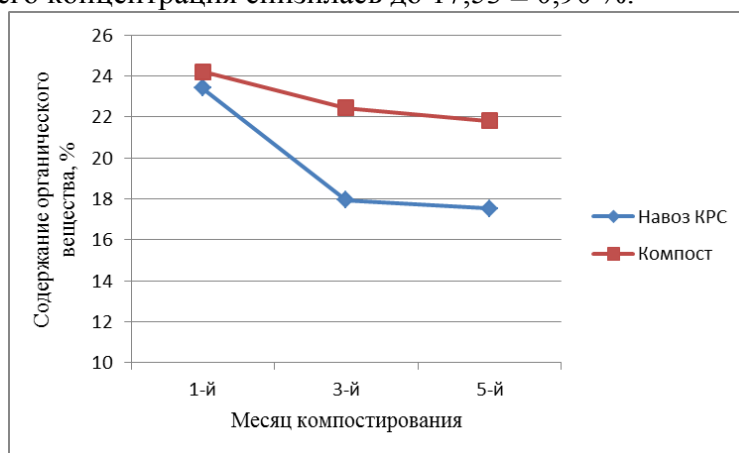


Рисунок – Содержание органического вещества (%) в навозе КРС и компосте

Следовательно, при компостировании навоза КРС с различными отходами (растительные остатки и фосфогипс) потери органического вещества составили 9,83, а в чистом навозе КРС – 25,16 %. Можно предположить, что из общего количества органического вещества, внесенного в почву с компостом, в среднем 10–15 % минерализуется, а 85–90 % перейдет в состав почвенного гумуса. С учетом данных свойств компоста для предотвращения снижения в почве содержания гумуса и дальнейшего увеличения его запасов рассчитана оптималь-

ная доза вносимого удобрения (компоста на основе отхода животноводства и фосфогипса), которая составили 65–70 т/га. При этом содержание органического вещества в почве уже в первый год после внесения компоста увеличилось примерно на 16 % (от 3,45 до 4,03 %).

Влияние сложного компоста на содержание органического вещества в почве. Результаты проведенных исследований показали, что разница в содержании органического вещества в первый год внесения приготовленного компоста по вариантам составила 0,58 % за счет существенного снижения его минерализации вследствие коагуляции органических коллоидов навоза КРС, растительных остатков и почвы и минеральных коллоидов фосфогипса [2, 6, 7]. Это создало лучшие условия для стабилизации уровня распада органического вещества в почве на участке с внесением сложного компоста по сравнению с контролем в первый год его внесения и весьма заметно отразилось на исследуемом показателе на второй и последующие 4 и 5-й годы действия сложного компоста (таблица).

Таким образом, содержание органического вещества в почве на опытном участке внесение компоста в первый год на посевах кукурузы составило $4,03 \pm 0,07$, тогда как на контроле – $3,45 \pm 0,05$ %, а в посевах озимой пшеницы (на 2-й год после внесения компоста), соответственно $4,26 \pm 0,08$ и $3,52 \pm 0,06$ %. В последующем в посевах сахарной свеклы (3-й год), озимой пшеницы (4-й год) и подсолнечника (5-й год) на участке с внесением компоста наблюдалось некоторое уменьшение содержания органического вещества в почве агроландшафта, однако, его уровень превышал контрольный вариант в среднем на 0,55 %.

Таблица – Содержание органического вещества и его запасы в почве при использовании сложного компоста

Год после внесения компоста / культура	Органическое вещество, %		Плотность поч- вы, г/см ³		Запасы органического вещества в слое 0–20 см, т/га		
	контроль	компост	кон- троль	ком- пост	контроль	компост	отклоне- ние
1-й / кукуруза на зерно	$3,45 \pm 0,05$	$4,03 \pm 0,07$	1,17	1,10	$80,73 \pm 3,0$	$88,66 \pm 4,3$	+ 7,93
2-й / озимая пшеница	$3,52 \pm 0,06$	$4,26 \pm 0,08$	1,16	1,08	$81,66 \pm 3,1$	$92,02 \pm 4,5$	+ 10,36
3-й / сахарная свекла	$3,63 \pm 0,08$	$4,19 \pm 0,08$	1,23	1,15	$89,30 \pm 4,1$	$96,37 \pm 4,6$	+ 7,07
4-й / озимая пшеница	$3,61 \pm 0,07$	$4,08 \pm 0,08$	1,14	1,07	$82,31 \pm 4,2$	$87,31 \pm 4,1$	+ 5,00
5-й / подсолнечник	$3,40 \pm 0,05$	$4,03 \pm 0,06$	1,18	1,08	$80,24 \pm 4,2$	$87,04 \pm 4,2$	+ 6,80
В среднем по годам	$3,53 \pm 0,07$	$4,12 \pm 0,07$	1,17	1,09	$82,85 \pm 3,7$	$90,28 \pm 4,3$	+ 7,43

Внесение сложного компоста положительно сказалось и на запасах органического вещества в почве, которые превысили контроль в среднем по годам проведенных исследований на 7,43 т/га (таблица). В первый год действия сложного компоста отмечено увеличение запасов органического вещества в почве, близкое к среднему значению (7,93 т/га). Однако уже на второй год исследуемый показатель значительно превысил контрольный вариант на 10,36 т/га. Последствие (на 3–5-й год) сложного компоста на запасы в почве органического вещества выразилось в некотором их снижении с разницей по вариантам от 5,00 до 7,07 т/га.

Увеличение содержания органического вещества и его запасов можно объяснить тем, что при использовании в сложном компосте фосфогипса (минеральная составляющая) подвижный аммоний (NH_4^+) навоза (органическая составляющая) обменивается при компостировании отходов в эквивалентном количестве на Ca^{2+} . При этом фосфогипс усиливает в сложном компосте физико-химическое поглощение, определяя обмен катионов используемого субстрата на катионы раствора почвенно-поглощающего комплекса (ППК), активно участвует в формировании органоминерального комплекса, механическая часть которого более пористая (по сравнению с почвой без внесения сложного компоста) и легко задерживает частицы другого вещества в своих порах (глину, органические вещества и т. д.). Такие характеристики сложного компоста и являются предпосылкой к поддержанию и дальнейшему увеличению в почве содержания органического вещества.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. При компостировании сельскохозяйственных отходов (навоза КРС, растительных остатков) с отходом промышленности (фосфогипсом) минерализация органического вещества замедляется и его потери существенно снижаются. Так, за пятимесячный период созревания сложного компоста потери органического вещества в нем составили 9,83 %, а в чистом навозе – 25,16 %.

2. Внесение сложного компоста в почву оказало положительное влияние на повышение содержания в ней органического вещества и сохранение его запасов. В среднем по годам проведенных исследований запасы органического вещества в почве опытного варианта с внесением сложного компоста превосходят контроль на 7,43 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, В. В. Корунчикова и др. – Краснодар, 2015. – 181 с.

2. Белюченко И. С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13–39.

3. Белюченко И. С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 88–111.

4. Белюченко И. С. К вопросу о формировании и свойствах органоминеральных компостов и реакции растений кукурузы на их внесение / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 65–74.

5. Белюченко И. С. Особенности коллоидов в отходах различного происхождения / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко, О. А. Мельник // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : IV Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар, 2015. – С. 3–6.

6. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ. – 2015. – 419 с.

7. Белюченко И. С. Проблемы развития агроландшафтных систем в богарной зоне Краснодарского края / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Экологические проблемы Кубани. – Краснодар. – 2003. – № 21. – С. 7–27.

8. Белюченко И. С. Сохранение плодородия чернозема обыкновенного при использовании сложного компоста / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко, О. А. Мельник // Роль почв в биосфере и жизни человека : Междунар. науч. конф. : К 100-летию со дня рождения академика Г. В. Добровольского, к Международному году почв. – 2015. – С. 15–17.

9. Мельник О. А. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на продуктивность растений и качество их урожая / О. А. Мельник, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 30–33.

10. Мельник О. А. Влияние отходов сельскохозяйственного и промышленного производства на содержание в почве органического вещества / О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 1. – С. 40–44.

11. Мельник О. А. Содержание органического вещества в черноземе обыкновенном и роль сложного компоста в его поддержании / О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 60–66.

12. Мельник О. А. Содержание органического вещества и некоторые аспекты его трансформации в почвах агроландшафта (на примере ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края) : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. / О. А. Мельник. – Краснодар, 2007. – 24 с.

13. Орлов Д. С. Химия почв / Д. С. Орлов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.

14. Патент РФ № 2423335 от 10.07.2011 г. «Способ получения органоминерального удобрения» / Белюченко И. С., Добрыдnev Е. П., Гукалов В. Н., Мельник О. А., Ткаченко Л. Н.

15. Патент РФ № 2423336 от 10.07.2011 г. «Способ получения азотсодержащего органоминерального удобрения» / Белюченко И. С., Добрыдnev Е. П., Гукалов В. Н., Попок Л. Б., Мельник О. А., Помазанова Ю. Н.

16. Патент РФ № 2426712 от 20.08.2011 г. «Способ производства органоминерального удобрения» / Белюченко И. С., Добрыднєв Е. П., Гукалов В. Н., Мельник О. А., Ткаченко Л. Н.
17. Melnik O. A. The influence of complex compost on the transformation of organic matter in the system of cultivated land / O. A. Melnik, I. S. Belyuchenko // Ecology, Environment and Conservation. – 2016. – Т. 22. – № 3. – С. 1493–1496.

УДК 579.695; 546.85; 502.55; 661.63

О ГЕНОТОКСИЧНОСТИ БЕЛОГО ФОСФОРА

- Миндубаев Антон Зуфарович**, кандидат химических наук, доцент, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, mindubaev@iopc.ru; mindubaev-az@yandex.ru
- Бабынин Эдуард Викторович**, кандидат биологических наук, доцент, Институт фундаментальной медицины и биологии, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Университетская, д. 18, edward.babynin@kpfu.ru
- Волошина Александра Дмитриевна**, кандидат биологических наук, ИОФХ имени А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Арбузова, д. 8, microbi@iopc.ru
- Минзанова Салима Тахиятулловна**, кандидат технических наук, доцент, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, minzanova@iopc.ru
- Бадеева Елена Казимировна**, кандидат химических наук, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ybadeev.61@mail.ru

При помощи теста Эймса проведена оценка генотоксичности белого фосфора, которая показала ее отсутствие. Однако применение одного теста Эймса недостаточно для достоверной оценки генотоксичности. Для этой цели используется целая батарея тестов, и среди них SOS-lux тест на ДНК-повреждающую активность. В представленной работе SOS-lux тест продемонстрировал генотоксичность белого фосфора. Этот результат получен впервые – во всех найденных нами источниках сообщается об отсутствии генотоксических свойств у белого фосфора. Allium – тест показал митотоксическое действие белого фосфора на клетки эукариот.

Ключевые слова: белый фосфор, генотоксичность, тест Эймса, *Salmonella typhimurium*, ДНК-повреждающая активность, SOS-lux тест, Allium тест.

ABOUT GENOTOXICITY OF WHITE PHOSPHORUS

Mindubaev A. Z., Babynin E. V., Voloshina A. D., Minzanova S. T., Badeeva E. K.

The genotoxicity of white phosphorus is evaluated using the Ames test, which demonstrated the absence of toxicity. However, with all the advantages of this method, the use of the Ames test only is not enough to reliably assess the genotoxicity. For this purpose a whole battery of tests is used, and the SOS-lux test for DNA damaging activity is among them. In the present work SOS-lux test has demonstrated genotoxicity of white phosphorus. This result is obtained for the first time – all the available literature sources reported no genotoxic properties of white phosphorus. Allium test showed the mitotoxic effect of white phosphorus on eukaryotic cells.

Key words: white phosphorus; genotoxicity; Ames test; *Salmonella typhimurium*; DNA-damage activity; SOS-lux test, Allium test.

Наши более ранние публикации [1, 2, 4, 6] посвящены микробиологическому превращению белого фосфора в биогенный фосфат. Фактически, выполненная нашим коллективом работа [6] является первым примером усвоения искусственного ксенобиотика белого фосфора биосферой. Тем не менее биodeградация иногда приводит к образованию не менее, а более токсичных веществ, так называемых «летальных метаболитов». Некоторые из них обладают генотоксичностью, приводящей к росту числа мутаций и возникновению онкологических заболеваний. Поэтому исследование биodeградации ксенобиотиков должно сопровождаться тестированием на генотоксичность.

SOS-lux тест был выполнен, как описано в работе [7]. Для оценки цитогенетического действия фосфора на клетки эукариот использовали тест-систему *Allium cepa* [8].

В токсикологическом профиле белого фосфора в 1997 г. сообщается об отсутствии генотоксичности данного вещества [9]. В нашем случае, при инкубировании в среде с белым фосфором штамма *Salmonella typhimurium* TA1538 в течение 1 ч число мутантов не выросло, а упало с $10,09 \pm 0,81$ до $9,0 \pm 0,72$. В позитивном контроле с мутагеном 2,4-динитрофенилгидразином их число выросло до $22,5 \pm 3,1$. То есть, генотоксичность у нашей культуральной среды с белым фосфором и его метаболитами, по результатам теста, отсутствует [1, 4]. В оценке мутагенных и антимутагенных свойств белого фосфора с помощью SOS-lux теста в качестве контроля использовались сильные мутагены – противоопухолевый антибиотик митомицин С и пероксид водорода.

По сравнению с перекисью белый фосфор оказался слабым ДНК – повреждающим агентом (рисунок 1). Здесь, однако, следует внести поправку. Концентрация H_2O_2 в эксперименте составляла 0,03 %, а концентрация белого фосфора 62,5 мкг/мл соответствует 0,00625 %, то есть концентрация P_4 была меньше в 4,8 раза по сравнению с концентрацией перекиси. Поскольку более высокие концентрации белого фосфора оказывают губительное влияние на сальмонелл, достоверно оценивать их генотоксичность сложно, хотя можно предполагать, что с ростом концентрации ДНК-повреждающая активность P_4 должна только возрастать. Другими словами, следует говорить не о низкой генотоксичности белого фосфора, а о том, что его общая токсичность для клеток намного выше, чем его генотоксичность. ДНК-повреждающая активность белого фосфора оказалась слабой, но достоверной, и это при разбавлении среды, изначально содержащей 0,2 % P_4 , до 5 % [3].

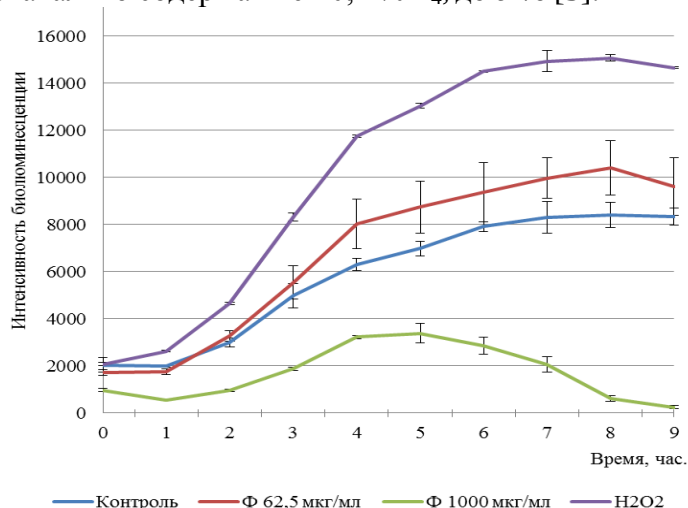


Рисунок 1 – Сравнение влияния белого фосфора на SOS-индукцию с перекисью водорода и негативным контролем (среда без мутагена). P_4 в концентрации 62,5 мкг/мл является слабым мутагеном, по сравнению с перекисью. P_4 в концентрации 1000 мкг/мл убивает культуру за 9 ч эксперимента. В контроле SOS-индукция также незначительно возрастает, что связано с ростом культуры и накоплением ДНК (соответственно, растет и число ее повреждений даже в отсутствие мутагена).

Показано, что корешки лука в присутствии белого фосфора отставали в росте (рисунок 2). Установлено также, что присутствие P_4 существенно снижает митотическую активность тканей по сравнению с контролем и, следовательно, обладает не активной митотоксической активностью. Анализ соотношений фаз митоза показал увеличение доли клеток на стадии профазы с соответствующим уменьшением процентной доли других стадий (таблица). Это может быть связано с блокировкой деления клеток в конце стадии профазы [5].

Таблица – Митотический индекс при различных концентрациях белого фосфора, %

Вариант	Контроль	0,008	0,012	0,016
MI	$7,25 \pm 1,15$	$3,31 \pm 0,88$	$2,35 \pm 0,65$	$1,35 \pm 0,25$
М/Р-метафаза/профаза отношение	0,77	0,72	0,64	0,42

Обнаружение у белого фосфора генотоксических свойств не является неожиданностью. Тем не менее в более ранних работах генотоксичность у P_4 обнаружена не была. Возможно, это результат недостаточной глубины исследования: до сих пор генотоксичность белого фосфора определялась только тестом Эймса, который всегда показывал отрицательный результат.

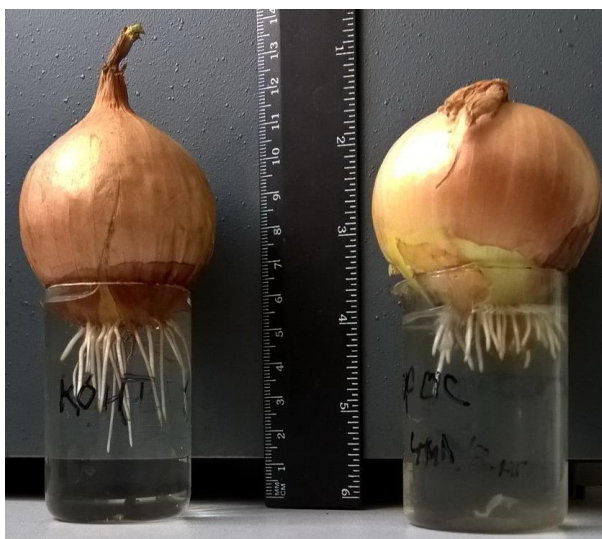


Рисунок 2 – Наглядная демонстрация фитотоксичности белого фосфора: в его присутствии (правая луковица) корешки достоверно отстают в росте по сравнению с контролем (левая луковица). Концентрация P_4 в опыте 0,016 %. Снимок сделан через 2 суток после начала проращивания

Судя по всему, мы первые применили для этой цели SOS-lux тест и Allium тест, которые также определяют генотоксичность, но не косвенно, как тест Эймса, а по прямым признакам – повреждению ДНК и нарушению расхождения хромосом. И эти методы впервые указали на генотоксичность белого фосфора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миндубаев А. З. Биодegradация белого фосфора / А. З. Миндубаев, А. Д. Волошина, Ш. З. Валидов, Д. Г. Яхваров // Природа. – 2017. – № 5. – С. 29–43.
2. Миндубаев А. З. Включение белого фосфора в биосферный круговорот веществ / А. З. Миндубаев, А. Д. Волошина, С. Т. Минзанова и др. // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : Сб. тр. V Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар, 28–30 марта 2017 г. – С. 127–129.
3. Миндубаев А. З. Генотоксичность белого фосфора / А. З. Миндубаев, Э. В. Бабынин, А. Д. Волошина и др. // Бутлеровские сообщения. – 2017. – Т. 49. – № 1. – С. 1–20.
4. Миндубаев А. З. Идентификация микробной культуры, устойчивой к белому фосфору / А. З. Миндубаев, Ш. З. Валидов, А. Д. Волошина и др. // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : Сб. тр. V Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар, 28–30 марта 2017 г. – С. 506–509.
5. Прохорова И. М. Генетическая токсикология : лабораторный практикум / И. М. Прохорова, М. И. Ковалева, А. Н. Фомичева. – Ярославль : Ярослав. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, 2005. – 132 с.
6. Способ детоксикации белого фосфора с применением штамма микроорганизмов *Trichoderma asperellum* ВКПМ F-1087 / А. З. Миндубаев, Ф. К. Алимова, А. Д. Волошина, Е. В. Горбачук, Н. В. Кулик, С. Т. Минзанова, Р. И. Тухбатова, Д. Г. Яхваров // Патент на изобретение № 2603259 от 1.11.2016. Бюл. 33. Дата приоритета 28. 07. 2015 г. Регистрационный номер 2015131380 (048333). Решение о выдаче патента от 29. 08. 2016 г.

7. Cooper D. L. Toxicity and tolerance mechanisms for azidothymidine, a replication gap-promoting agent, in *Escherichia coli* / D. L. Cooper, S. T. Lovett // DNA Repair (Amst). – 2011. – Vol. 10. – № 3. – P. 260–270.

8. Fiskesjo G. Allium test for screening chemical evaluation of cytological parameters / in Wang W., Gorsuch J.W., Hughes J.S. // Plants for Environmental Studies // 6005 J.S. (Eds), New York, NY: CRC Lewis Publishers. – 1997. – P. 307–333.

9. Toxicological profile for white phosphorus // U.S. Department of health and human services. – USA. – 1997. – P. 248.

УДК 631.42:502

ФИЛЬТРЫ ИЗ ОТХОДОВ ШЕРСТИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ПОЧВ

Сангаджиева Людмила Халгаевна, доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, *Россия, Республика Калмыкия*, г. Элиста, chalga_ls@mail.ru

Даваева Цаган Дорджиевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, *Россия, Республика Калмыкия*, г. Элиста, shagan_d@mail.ru

Сангаджиева Ольга Станиславовна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, *Россия, Республика Калмыкия*, г. Элиста, chalga_ls@mail.ru

Разработаны технологические рекомендации по изготовлению фильтров из отходов различных производств Республики Калмыкия: шерсть (обножка), целлюлозосодержащие отходы сельскохозяйственной отрасли: шелуха риса, подсолнечника и опилки. Проведены опыты со сточной водой и почвой, содержащей нефтепродукты и тяжелые металлы.

Ключевые слова: фильтры-сорбенты, отходы шерсти, шелуха риса, подсолнечника, нефтепродукты, тяжелые металлы.

FILTERS OF WOOL WASTE FOR WASTEWATER TREATMENT AND SOI

Sangadzhieva L. Kh., Davaeva Th. D., Sangadzhieva O. S.

Technological recommendations for manufacturing filters from wastes of various industries in the Republic of Kalmykia have been developed: wool (renovation), cellulose-containing waste of the agricultural sector: rice, sunflower husks and sawdust. Experiments have been conducted with waste water and soil containing oil products and heavy metals.

Key words: filters-sorbents, wool waste, rice husks, sunflower, oil products, heavy metals.

Одной из основных экологических проблем при добыче, транспортировке и переработке нефти является образование нефтезагрязненных грунтов и почв. Для экологической безопасности, снижения рисков воздействия нефтепромысловых объектов на окружающую среду, соблюдения экологических требований к условиям хранения и переработке нефтесодержащих отходов необходима разработка эффективных технологий ремедиации нефтезагрязненных почв и грунтов [1].

Цель исследования – разработка технологических рекомендаций по изготовлению фильтров из отходов различных производств Республики Калмыкия. В частности, для изготовления фильтров-сорбентов использовались отходы шерсти (обножка), которые образуются в процессе стрижки овец в хозяйствах и как отходы кожевенного производства, в частности, на предприятии ООО "Арсчи" в г. Элисте. Ежегодно таких отходов образуется 2,5–5,0 т. Первоначально обножка складывается на территориях, где проводится стрижка, а затем вывозится на свалку или сжигается. На ее вывоз и хранение предприятия расходуют немалые средства.

Для увеличения сорбционных свойств обножка предварительно промывается и просушивается (температура 120 °С, в течение 30 мин), затем прессуется, образуется шерстяной войлок. Микроструктурные исследования чистого шерстяного войлока показали, что войлок обладает рыхлой поверхностью с частичной деформацией, что способствует увеличению сорбционной емкости. Отдельные волокна переплетаются, образуя каркас, и очистка нефтепродуктов происходит за счет механической фильтрации и задержки между волокнами.

Помимо шерстяного войлока, для изготовления фильтров использовали целлюлозосодержащие отходы сельскохозяйственной отрасли, имеющие пространственно-каркасную структуру: шелуху риса, подсолнечника или опилки [2]. Для формирования пористой структуры и появления обугленных композиций целлюлозосодержащие отходы подвергали предварительной термообработке в муфельной печи без доступа кислорода при температуре 300°С в течение 30 мин. На поверхности термообработанных отходов формировался карбонизованный слой с высокими сорбционными свойствами. После термообработки происходит увеличение пористости и образование дополнительных пор, что подтверждают проведенные исследования на растровом электронном микроскопе. Установленные размеры пор для полученного сорбента составили ~ 0,8 и ~5 нм.

Затем из термообработанных отходов изготовили трехслойные фильтры. Их готовили путем укладки отходов в специальный полимерный корпус таким образом, чтобы внешние слои содержали войлок, а внутренний – сорбент из термообработанных целлюлозосодержащих отходов (фильтр № 1 + шелуха риса, № 2 + шелуха подсолнечника, № 3 + опилки, № 4 + смесь в равных массовых долях всех вышеперечисленных отходов). Соотношение волокнистых и целлюлозосодержащих отходов (2 : 8 масс). Внешние волокнистые слои играют роль каркаса для сыпучих, порошкообразных сорбентов и при фильтрации сточных вод не уносятся с жидкостью. Модельные фильтры использовали для очистки сточных вод (нефтепродукты с начальной концентрацией равной 200 мг/л) в динамическом режиме при скорости фильтрации 20 мл/мин. В качестве нефтепродуктов использовали солярку, керосин и мазут. Измерения проводили при температуре 25 ± 1 °С и pH 7,0. Рассчитанные значения полной нефтеемкости (г/г) для фильтров увеличиваются в ряду: 14(ф2)<15 (ф1)<17(ф4)<23(ф3)<27(ф2).

Результаты динамической сорбции показали, что максимальной эффективностью очистки при большем объеме фильтруемой воды обладал фильтр, в котором средний слой состоял из смешанных целлюлозосодержащих отходов. Полученный факт, вероятнее всего, обусловлен тем, что в смеси сорбентов реализуется более развитая пространственно-каркасная структура, повышающая сорбционные свойства материала к более объемным молекулам нефтепродукта. Удаление нефтепродукта происходит за счет не только физической адсорбции в порах сорбентов, но и механического улавливания в межхлопьевых пространствах.

Фильтры различных составов анализировали на способность поглощать ионы тяжелых металлов. Оказалось, что эффективность очистки тяжелых металлов практически не зависит от состава фильтра и варьируется от 85 до 95 %. Скорее всего, это объясняется тем, что термообработанные отходы имеют аналогичный исходный состав (лигнин, целлюлоза) и после термической обработки становятся практически идентичными [3].

Фильтр № 1 изучали на способность очистки сточных вод от тяжелых металлов в динамическом режиме при скорости фильтрации 20 мл/мин. Установлено, что рассчитанные величины полной сорбционной емкости (ПСЕ, мг/г) для тяжелых металлов увеличиваются в ряду: Zn 13,6 < Cd 12,8 < Pb 12,4.

Наблюдения за изменением содержания тяжелых металлов под воздействием полученного фильтра проводили с почвами территории завода «Звезда», где длительное время проводились работы с гальваническим покрытием. Такие почвы содержат больше тяжелых металлов, чем фоновые почвы, почвы с улиц или других объектов. Динамика содержания тяжелых металлов в органогенном горизонте светло-каштановой почвы наблюдалась в вегетационном опыте при воздействии нефтепродуктов: мазут, солярка, керосин.

Цинк был найден во всех вариантах опытов в пределах 36,4–94,0 мг/кг; среднее значение 47,45; стандартное отклонение 11,24; коэффициент вариации – 60,61 %. Подвижность составляет 39,9 % от валовых форм. Уровни накопления цинка зависят от присутствия нефтепродукта: мазут > солярка > керосин.

Содержание свинца 7,3–14,8 мг/кг; среднее значение составило 13,5; стандартное отклонение 4,89, коэффициент V, % равен 51,39, Подвижность составляет 31,8 % от валовых форм. Уровни накопления свинца в почвах как у меди: керосин>солярка>мазут.

Пределы содержания кадмия 0,36–0,45 мг/кг; среднее значение составило 0,41; стандартное отклонение 0,089, коэффициент V, % равен 21,39. Подвижность составляет 50,36 % от валовых форм.

Фильтр №1 изучали на способность очистки водной вытяжки из почв от тяжелых металлов в том же режиме, что и для сточных вод. Установлено, что рассчитанные величины полной сорбционной емкости (ПСЕ, мг/г) для тяжелых металлов увеличиваются в ряду: Zn 7,6 < Cd 3,8 < Pb 1,4.

Однако в почве, являющейся универсальным поглотителем многих видов загрязнений, адекватного снижения содержания тяжелых металлов не произошло, фитотоксичность почв снизилась незначительно. Необходимо повышать емкость обмена почвы и регулировать ее питательный статус внесением органических и минеральных удобрений.

Была разработана технологическая схема изготовления, регенерации и использования фильтра. Сорбент после регенерации готов к следующему циклу сорбции. Предложенные технологии по изготовлению, регенерации и использованию фильтров позволят снизить антропогенную нагрузку на водные объекты и решат проблему утилизации отходов.

Проведены полупромышленные испытания на предприятиях города Элисты ("Канализационно-очистные сооружения Элисты" и др.), которые показали высокие результаты.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-05-00916.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даваева Ц. Д. Биоиндикация и мониторинг состояния нефтезагрязненных территорий Прикаспийской низменности / Ц. Д. Даваева, Л. Х. Сангаджиева, З. Б. Бадмаева, А. А. Булуктаев : Монография. – Элиста : ЗАО ОПП Джангр, 2014. – 152 с.
2. Костарев С. Н. Оценка воздействия на окружающую среду и активный мониторинг физико-химических показателей в природно-технических системах утилизации отходов / С. Н. Костарев, Т. Г. Серeda, Е. Н. Еланцева // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 5. – С. 115–118.
3. Собгайда Н. А. Использование отходов производства в качестве сорбентов нефтепродуктов / Н. А. Собгайда, Л. Н. Олышанская, К. Н. Кутукова, Ю. А. Макарова // Экология и промышленность России. – 2009. – № 1. – С. 76–81.

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО КОМПОСТА НА АНАТОМИЮ СТЕБЛЯ КУКУРУЗЫ

Сергеева Анна Станиславовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар*

Корунчикова Валентина Васильевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар*; valcor850@mail.ru

При изучении влияния сложного компоста с включением фосфогипса на плодородие почвы и продуктивность кукурузы одновременно определялись особенности анатомического строения растений этой культуры. Микроскопическое изучение поперечных срезов стебля показало, что на варианте с применением фосфогипса увеличивается диаметр стебля и его механическая прочность за счёт большего количества клеток склеренхимной обкладки проводящих пучков и числа самих пучков, что способствует лучшему развитию генеративных органов и увеличению урожайности кукурузы на зерно.

Ключевые слова: сложный компост, фосфогипс, кукуруза, микроскопирование, анатомия строения стебля.

THE EFFECT OF COMPLEX COMPOST ON THE ANATOMY OF THE STALK OF CORN

Sergeeva A. S., Korunchikova V. V.

The features of the anatomical structure of the plants of corn were determined simultaneously by studying the effect of complex compost with the inclusion of phosphogypsum on fertility of soil and productivity of this culture. Microscopic study of transverse sections of the stem showed that the diameter of the stem and its mechanical strength increased due to the larger number of cells of the sclerenchyma lining of the conducting beams and the number of bundles themselves, which promotes a better development of generative organs and an increase in the yield of maize for grain.

Key words: complex compost, phosphogypsum, corn, microscopy, anatomy of stem.

Отходы химических производств, размещаемые открытым способом, представляют реальную угрозу для окружающей среды и здоровья населения. Отвалы фосфогипса Белореченского завода минеральных удобрений «БМУ ЕврОхим» влияют на уровень загрязнения среды пылью ($0,31\text{--}0,34\text{ мг/м}^2$), почвы – фтористыми соединениями ($4,21\text{--}4,8\text{ мг/кг}$), подземных вод – фтором ($3,1\text{--}4,3\text{ мг/л}$). Пыль фосфогипса загрязняет территорию в радиусе 20 км от завода. Водорастворимый фтор связывается в труднодоступные соединения флюорит (CaF_2) и куспидин ($\text{CaSi}_2\text{O}_7\text{F}_2$). Фосфогипс содержит сульфаты, фосфаты, фтор, нитраты, нитриты, взвешенные вещества, хлориды, железо, СПАВ; повышает ПДК сульфатов в подземных водах в 1,5, фосфатов в 1,5–2,0, фтора – 2,0–3,0, нитратов – в 1,1–1,4 раза. Содержание хлоридов железа в подземных водах близко к значению ПДК, СПАВ – меньше ПДК, высокие показатели ХПК и БПК указывают на наличие окислительных процессов, происходящих в подземных водах в условиях их постоянного подпитывания сточными водами. Высокий уровень содержания в фосфогипсе Sr, As, Pb, Co, приводит к накоплению этих элементов в почве в районе размещения отвалов фосфогипса [2]. Накопленные и постоянно пополняющиеся значительные объёмы отхода требуют поиска путей снижения их негативного воздействия на окружающую среду – разработки способов утилизации, применения фосфогипса в народном хозяйстве в качестве вторичного продукта.

Поскольку фосфогипс имеет природное происхождение и образуется при переработке природного сырья апатита, он содержит ряд полезных соединений, позволяющих применять его в качестве компонента в удобрениях. Опыты с использованием фосфогипса в составе органоминерального компоста, которые ведутся на кафедре общей биологии и экологии Кубанского госагроуниверситета более 10 лет, показали, что внесение небольших доз фосфогипса в составе компостов один раз в течение 4–5 лет улучшает обеспеченность чернозема

обыкновенного подвижными соединениями N, P, K и Zn и в целом плодородие почвы; благоприятно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных растений, повышает их урожайность и качество. В вегетационных и полевых опытах изучали накопление биомассы и другие показатели биопотенциальной и реальной продуктивности, морфологическое строение вегетативных и генеративных органов растений [1, 2, 5]. Для получения более полных данных о влиянии компостов с включением фосфогипса на растения кукурузы изучались также некоторые особенности внутренней структуры стебля кукурузы на основе анатомических срезов [4].

Материалы и методы. Изучение проводили согласно схеме опыта, заложенного в степной зоне Краснодарского края на базе хозяйства ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района. Под посевы кукурузы на зерно осенью были внесены в разных сочетаниях органические и минеральные удобрения, а также компост на основе фосфогипса. Опыт проводился в трех вариантах:

- 1) контроль – минеральные удобрения NP (азот 70 и фосфор 20 кг д. в.),
- 2) минеральные удобрения NP + органические удобрения (100 т/га перегнившего навоза КРС с соломой),
- 3) минеральные удобрения NP + органические удобрения (100 т/га) + фосфогипс (5 т/га).

Стебли кукурузы для изучения анатомических особенностей заготавливали в соответствии со стандартными методиками, принятыми в анатомии растений [3]. Отрезки стеблей фиксировали в смеси глицерина, этилового спирта и воды в соотношении 1 : 1 : 1. Срезы выполнялись вручную безопасной бритвой и помещались в глицерин. В процессе анализа анатомической структуры и выполнения рисунков использовали микроскоп «Биолам С-11» при увеличении 7×8 и 7×40 . Количество проводящих пучков подсчитывали с помощью ручной лупы при увеличении $\times 4$.

Результаты и обсуждение. Стебель кукурузы на поперечных срезах характеризуется наличием под эпидермисом кольца склеренхимы, под которым расположена запасающая паренхима и рассеянные в ней закрытые коллатеральные проводящие пучки. При изучении срезов было отмечено, что, в зависимости от варианта опыта, количества проводящих пучков и рядов клеток склеренхимы в обкладке проводящих пучков, а также размер проводящих пучков различались.

Во всех трех вариантах стебли имели разный диаметр. Количество проводящих пучков коррелировало с диаметром стебля. В контрольном варианте на поперечном срезе при диаметре стебля 2 см насчитывалось в среднем 240 проводящих пучков, в варианте с внесением в почву органического удобрения при диаметре стебля 2,2 см – 335 пучков, в варианте с внесением минерального, органического удобрения и фосфогипса – 570 пучков (диаметр 2,4 см).

Во всех вариантах периферийные проводящие пучки, расположенные под слоями эпидермиса и склеренхимы, образуют 2–4 обособленных ряда в отличие от остальных, разбросанных по сердцевине пучков. При этом в контрольном варианте периферийные пучки формируют 2 ряда, в основном из крупных пучков, между которыми вклиниваются смещенные ближе к кольцу склеренхимы мелкие проводящие пучки. В варианте 2 (органическое вещество) – 1–2 самостоятельных мелких и 1–2 ряда крупных пучков; в 3-м варианте (минеральное + органическое вещество + фосфогипс) – один хорошо обособленный ряд мелких пучков и 2–3 ряда крупных пучков.

Проводящие пучки вместе с окружающей их обкладкой клеток склеренхимы во всех вариантах заметно различались по величине: наиболее мелкие были отмечены в контрольном варианте, самые крупные – в варианте 3 «минеральное + органическое вещество + фосфогипс». В самих проводящих пучках наиболее заметно было различие в толщине обкладки склеренхимы. Количество рядов клеток склеренхимы подсчитывалось в периферийных проводящих пучках под ксилемой проводящего пучка. В мелких проводящих пучках количество рядов клеток склеренхимы составило в контрольном варианте 8–10, в варианте 2 «органическое вещество» – 12–14, в варианте 3 «органическое вещество + фосфогипс» – 18–20.

В крупных проводящих пучках в контрольном варианте насчитывалось 10–15, в варианте «органическое вещество» 12–16, в варианте «минеральное + органическое вещество + фосфогипс» – 24–34 ряда клеток склеренхимы.

Закключение. Таким образом, растения, выращенные с применением органоминерального компоста, включающего фосфогипс, отличаются формированием более крупных вегетативных органов, в частности стеблей большего диаметра, что отражается и во внутреннем строении: отмечено большее количество проводящих пучков с более крупными размерами, в основном за счет более мощной обкладки из клеток склеренхимы. Клеточные стенки склеренхимы, как известно, сильно лигнизированы, что приводит к отмиранию клеточного содержимого, но увеличению прочности обкладки пучка и в целом стебля. При выращивании кукурузы на зерно это качество, скорее, положительное: улучшается проведение питательных веществ в генеративные органы и налив зерна, возможно увеличение размеров початка и их числа, что и подтверждают опытные данные (1, 2, 5). С другой стороны, это следует учитывать, если кукуруза идёт на зелёный корм скоту или на силосование, т. к. питательная ценность стеблей снижается из-за их огрубления и плохой переваримости. Поэтому для более полной картины влияния сложного компоста с участием фосфогипса на внутреннее строение органов растений и окончательных выводов анатомические исследования следует продолжить, в том числе и на других сельскохозяйственных культурах, в частности на озимой пшенице.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Влияние фосфогипса на развитие и продуктивность растений кукурузы / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С.108–112.
2. Гукалов В. Н. К вопросу об изучении влияния фосфогипса на развитие кукурузы и ее урожайность / В. Н. Гукалов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 3–7.
3. Паламарчук И. А. Изучение растительной клетки : Пособие для учителей / И. А. Паламарчук, Т. Д. Веселова. – М. : Просвещение, 1969. – 143 с.
4. Сергеева А. С. Анатомическое строение стебля кукурузы, выращенной с применением органоминерального компоста / А. С. Сергеева // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011.– Т. 7. – № 4. – С. 56–58.
5. Славгородская Д. А. Влияние органоминерального компоста на основе перегноя КРС и фосфогипса на развитие и продуктивность кукурузы / Д. А Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С.49–55.

УДК 544.723: (547.551+543.393)-414

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ АДСОРБЦИЕЙ

Торосян Гагик Оганесович, доктор химических наук, профессор, Национальный политехнический университет Армении, НПУА, **Армения**, г. Ереван, gagiktorosyan@seua.am

Симонян Айк Арменович, аспирант ГИУА, **Армения**, г. Ереван

Давтян Ваган Арменянич, кандидат технических наук, Агентство по управлению водными ресурсами МОП Армении, **Армения**, г. Ереван

Торосян Нвер Суменович, кандидат технических наук, доцент, Институт ОДКБ в Армении, **Армения**, г. Ереван

В статье обсуждается вопрос обезвреживания фосфорорганических соединений адсорбцией на примере пестицида малатиона и лекарственного препарата армина. Отмечается особенность адсорбционной очистки как наиболее доступного и простого в технологическом осуществлении, что предопределяет применение в странах с различным экономическим и технологическим уровнем.

Ключевые слова: обезвреживание, фосфорорганические соединения, окружающая среда, адсорбция, активированный уголь, цеолит, малатион, армин.

NEUTRALIZATION OF PHOSPHORORGANIC COMPOUNDS by ADSORPTION

Torosyan G. H., Simonyan H. A., Davtyan V. A., Torosyan N. S.

In the presented article, the issue of neutralization of organophosphorus compounds by adsorption on the example of malathion (pesticide) and an armin (drug) is discussed. A feature of adsorption purification is noted as the most accessible and simple in technological implementation, which predetermines the application in countries with different economic and technological levels.

Key words: neutralization, organophosphorus compounds, environment, adsorption, activated carbon, zeolite, malathion, armin.

К одним из самых распространенных загрязнителей сточных вод относятся фосфорорганические соединения (ФОС), которые обладают комплексом свойств – высокой растворимостью, токсичностью, высокой подвижностью в окружающей среде. Широкое применение на практике фосфорорганических соединений (ФОС) обусловило возросшую опасность отравлений ими. Известно, что сильная токсичность и исключительно высокая биолого-физиологическая активность ФОС послужили основой для их применения в качестве отравляющих веществ. Широко применяемые ФОС – карбофос (малатион), метафос, тиофос, хлорофос, фосфамид и другие — высокотоксичны для человека [5]. Следует указать также, что применяемые фосфорорганические пестициды создают весьма опасные проблемы для развития агроландшафтов [5].

Здесь приводятся результаты исследований по адсорбционному обезвреживанию малатиона (О,О-Диметил-S-(1,2-дикарбэтоксиэтил)дитио-фосфат, $C_{10}H_{19}O_6S_2P$, Мв 330.35), а также армина – этилового эфира пара-нитрофенилового эфира этилфосфоновой кислоты ($C_{10}H_{14}NO_5P$, Мв 259.198).

Следует указать, что создание лекарственных препаратов на основе ФОС почти в 1,5 раза опережает рост числа лекарств без фосфора, например, для лечения от глаукомы, транквилизатора, для местного лечения инфекционно-воспалительно-аллергических заболеваний кожи и слизистых оболочек, оказывающих на опухоль антимиотическое действие [3]. Некоторые производные ФОС проявляют антидепрессивное и ноотропное свойства [3].

Армин применяли в качестве миотического и антиглаукоматозного средства в виде глазных капель, а также одновременно с другими антиглаукоматозными лекарственными средствами [3]. В настоящее время армин применяется в клинической практике с осторожностью, однако оно остается эталонным представителем антихолинэстеразных ФОС, а также сохраняет свое место в регистре лекарственных веществ и включен в учебную программу по фармакологии [3]. Более того, его используют в различных онкоцентрах мира, например, в медицинском центре “Ассита” (Израиль).

Несмотря на быстрое развитие новых методов удаления органических веществ из водных сред адсорбция остается наиболее целесообразным способом. При выборе метода очистки было принято во внимание наличие на территории Республики Армения в настоящее время практически неиспользуемых промышленных запасов ценных естественных адсорбентов, полученных из отходов местных сельхозпродуктов, в частности из плодовых косточек, а также цеолитов.

Адсорбционный метод удаления органических примесей из воды основан на различии в энергиях вандерваальсовского взаимодействия молекул растворенного вещества и растворителя с поверхностью твердого адсорбента (физическая адсорбция) или на образовании (чаще всего обратимом) химических связей между растворенным веществом и поверхностными группами адсорбента. Например, образование ионных пар сорбируемого иона с функциональными группами ионита при ионном обмене (частный случай хемосорбции) [9]. Возможность адсорбции [4] также связана с развитой поверхностью, которой обладают материалы пористой структуры: внутренняя поверхность пор должна быть доступна для адсорбции, ширина устья поры – достаточной для проникновения молекул адсорбтива.

Малатион может попадать в воду в результате вымывания из почвы, а также при смыве с растений. Количество поступающего малатиона в гидросферу определяется также аэрооб-

работкой, опрыскиванием и опылением сельхозугодий, интенсивностью эрозионных процессов, типом почв, рельефом местности, объемом и интенсивностью выпадения осадков. Армин же попадает в окружающую среду в основном из медицинских учреждений.

В нашей исследовательской группе проводятся исследования по изучению адсорбции малатиона и армина из водных растворов как модельных объектов с целью дальнейшего применения на производственных сточных водах с использованием природных цеолитов и отходов сельскохозяйственной продукции, а также полученных из последних активированных углей (АУ). В настоящей работе изучены наиболее активные сорбенты, изученные в процессе адсорбции модельных молекул фенола и анилина [2, 6, 7].

1. АУ из скорлупы сливовых косточек – 1.
2. АУ из скорлупы греческого ореха – 2.
3. АУ из скорлупы абрикосовых косточек – 3.
4. АУ от косточек хурмы – 4.
5. Н-клиноптилолит – 5

Адсорбция изучалась в статических условиях [8]. Количество адсорбированного малатиона и армина определено хроматографическим путем – разницей между концентрациями начального и конечного количества малатиона в водной среде. При расчетах остаточной концентрации учтено также поглощенное количество воды. Результаты приведены в таблице.

Таблица – Адсорбция малатиона и армина из водных сред

Адсорбтивы	Концентрация, мг/л	Адсорбция, мг/л				
		1	2	3	4	5
Малатион	0,12	0,083	0,068	0,070	0,095	0,075
Армин	0,25	0,008	0,011	0,009	0,012	0,019
	0,50	0,032	0,034	0,035	0,038	0,068

Как видно из таблицы, предложенные нами в качестве сорбентов активированные угли, приготовленные из скорлупы косточек фруктов и грецкого ореха для органических загрязнителей обладают адсорбционной активностью.

Известно, что адсорбционная способность неполярного соединения более высока у плохо растворимого в воде или же другом растворителе, а также из-за большего молекулярного веса. Так и получилось во время исследования наших модельных соединений – адсорбтивная активность малатиона выше армина, он труднее растворяется в воде и имеет более высокую молекулярную массу.

Адсорбционная активность переработанных хлористым водородом клиноптилолита сравнима с таковой АУ, а при необработанных природных цеолитах равна почти нулю. Такое протекание процесса связано с тем, что удельная поверхность неактивированного сорбента значительно уступает удельной поверхности Н-клиноптилолита, а также активированного угля. Из анализа ранее приведенных физико-химических параметров сорбентов [4, 9], сделано предположение, что имеет место физическая адсорбция под воздействием вандерваальсовских сил, а адсорбционная активность сорбента повышается в зависимости от удельной поверхности и размера молекулы адсорбата.

Установлено, что адсорбция армина в случае АУ более высока, чем в случае необугленных косточек (практически в 5–10 раз, результаты не приведены в таблице). Как видно из данных таблицы, адсорбционная способность Н-клиноптилолита по отношению к армину намного выше, чем у малатиона. На наш взгляд, такое течение процесса связано с появлением возможности также химической адсорбции в случае армина из-за наличия в структуре нитрогруппы, которая вступает в водородную связь с водородными концами цеолита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Development document for the CWT Point Source Category for 2007, Chapter & Wastewater treatment technologies. – USA, Washington, Water department.

2. Torosyan G. H. The investigation on the equilibrium and kinetics of adsorption furfural on activated carbon / G. H. Torosyan, V. I. Zelentsov, T. Datsko and all // Journal of Environmental Science and Engineering. – 2013. – А 2. – Р. 80–88.
3. Гараев Р. С. Изыскание новых лекарственных средств в рядах ФОС / Р. С. Гараев // Казанский медицинский журнал. – 2009. – Т. 89. – №. 5. – С. 585–590.
4. Грег С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. – М. : Мир, 1984. – С. 310.
5. Доника А. Д. Основы токсикологии токсичных химических веществ / А. Д. Доника, В. Я. Ильин. – Волгоград, 2009. – 125 с.
6. Торосян Г. О. Использование сельхозотходов в качестве сорбента для удаления органических веществ из водных растворов / Г. О. Торосян, Г. Ф. Галстян, А. Р. Алексанян и др. // Химия и химическая технология. – 2008. – Т. 51. – Вып. 12. – С. 99–101.
7. Торосян Г. О. Очистка сточных вод от органических загрязнителей. // Г. О. Торосян, В. А. Давтян, А. М. Галоян, С. А. Арутюнян / Известия аграрной науки, 2008. – Т. 6. – № 4. – С. 36–40.
8. Торосян Г. О. Превращения малатиона в водно-щелочной среде на клиноптилолите / Г. О. Торосян, Г. О. Алексанян, В. А. Давтян // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2016. – Т. 12. – № 2. – С. 62–64.
9. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М. : Химия, 1989. – 464 с.

СЕКЦИЯ 2

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И ОПТИМИЗАЦИИ КОРНЕОБИТАЕМОГО СЛОЯ ПОЧВ И ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 631.412

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫЕ СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

Лях Тамара Георгиевна, доктор сельскохозяйственных наук, ассоц. профессор, Институт почвоведения, агрохимии и охраны почв "Н. Димо", Молдова, г. Кишинев, tamaraleah09@gmail.com

В результате внесения в почву дискованием на глубину 10–12 см одного и двух урожаев зеленой массы вики озимой и яровой среднее содержание органического вещества увеличилось на 0,20 %, сформировался позитивный баланс гумуса, существенно улучшилось структурное состояние этого слоя почвы.

Ключевые слова: агротехнические способы, фитомелиоративные способы, деградация черноземов, восстановление качества почв, вика.

AGROTECHNICAL AND PHYTOAMELIORATIVE METHODS OF RESTORATION THE DEGRADED CHERNOZEMS OF MOLDOVA

Lyah T. G.

As a result of introducing by disking into the soil at the depth of 10–12 cm of one and two harvests of the green mass of the winter and spring vetch, the average content of organic matter increased by 0,20 %; a positive balance of humus was formed, the structural state of this layer was substantially improved.

Key words: agrotechnical methods, phytoameliorative methods, degradation of chernozems, restoration of soil quality, vetch.

В условиях практически полного отсутствия севооборотов с участием многолетних и однолетних бобовых трав и неприменения органических удобрений в пахотных почвах Молдовы установился отрицательный баланс гумуса, что привело к сокращению валового сбора сельскохозяйственной продукции почти в 2 раза. Росту урожайности сельскохозяйственных культур не способствует и отсутствие правильного соотношения между внесенными в почву минеральными и органическими удобрениями. Черноземы в результате распашки потеряли 35–40 % первоначальных запасов гумуса с негативными последствиями для их качественного состояния. Пахотный слой черноземов стал бесструктурным и потерял способность сопротивляться уплотнению. В результате уменьшения глубины основной обработки почв с 30–35 до 12–20 см под нынешним обрабатываемым слоем образовался уплотненный (слитой) горизонт, существенно снижающий плодородие почв [2].

Главной причиной деградации черноземов стало уменьшение поступления в них органического вещества. На протяжении последних 25 лет органические удобрения в почвы практически не вносились. До аграрной реформы в почву поступало 6–7 т навоза, а сейчас около 20 кг, в основном на частные участки [3]. Исчез огромный клин люцерны и однолетних бобовых трав, а устойчивое земледелие невозможно без правильного соотношения между земледелием и животноводством.

Возможность восстановления положительного баланса гумуса и уменьшения деградации свойств черноземов заключается в следующем:

• *Вывод на 10–15 лет из с.-х. оборота деградированных пахотных почв и восстановление на них целинной степной растительности.* Исследования показали, что за 15 лет пребывания под степной растительностью содержание гумуса в бывшем пахотном слое чернозема выросло на 0,8 %, структура восстановилась на 80 % [1]. Из-за отсутствия свободных земель (0,4 га пашни на 1 человека) этот способ восстановления почв в Молдове неприменим.

• *Ежегодное внесение в почву не менее 10–15 т/га навоза для создания положительного баланса гумуса.* Мера хорошая, но неосуществимая. Количество навоза, даже если удалось бы его собрать из всех крестьянских хозяйств, хватило бы только для удобрения 10 % площади пашен.

• *Внедрение в севооборотах поля со смесью люцерны и райграса.* Мероприятие дало бы возможность восстановить деградированные почвы еще на 10 % площади пашни, но для этого необходимо параллельно восстановить животноводческие комплексы.

• *Использование в качестве отличного органического удобрения зеленой массы вики (80 %) + пшеницы (20 %).*

В климатических условиях Молдовы возможны 2 варианта использования вики как зеленое удобрение:

а) озимая вика как промежуточная культура, посеянная в сентябре и внесенная в почву как зеленое удобрение в конце апреля;

в) в севообороте из 5 полей, где одно поле используется как занятый пар, засеянный два раза в одном с.-х. году озимой и яровой викой на зеленое удобрение.

Целью исследований явились проблемы восстановления деградированного пахотного слоя черноземов выщелоченных путем комбинированного использования агротехнических и фитомелиоративных приемов и формирования позитивного баланса гумуса в почве.

Полученные результаты. Осенью, в конце сентября 2015 г., два урожая зеленой массой вики озимой и яровой с главной экспериментальной делянки были внесены в почву на глубину 10–12 см при помощи дисковой бороны. После внесения в почву одного и двух урожаев зеленой массы вики опытное поле было подготовлено для посева основной культуры – озимой пшеницы. В следующем году, после уборки урожая озимой пшеницы, в почвах опытных делянок проведены исследования по выявлению количественных изменений их свойств под влиянием внесенной в почву зеленой массы вики в качестве органического удобрения.

Данные показывают, что улучшение структурного состояния наблюдается только для 0–10 см бывшего пахотного слоя почвы, в который дискованием была внесена зеленая масса вики, смешанная с искусственно образованными при обработке структурными агрегатами почвы. Одновременно значительно уменьшилась на данной глубине и твердость почвы, что положительно повлияло на развитие корневой системы озимой пшеницы.

В слое 0–10 (12) см, в результате внесения в него в качестве органического удобрения двух урожаев зеленой массы вики, содержание лабильного органического вещества увеличилось на 0,20 %, что также является положительным. Результаты исследований показывают, что использование зеленой массы вики в качестве органического удобрения приводит к улучшению физического состояния пахотного слоя почвы и решает проблему формирования положительного баланса гумуса в пахотных почвах.

Базовым критерием для оценки положительного влияния предложенного метода на гумусовое состояние и свойства почв является величина урожая сельскохозяйственных культур. Средний урожай озимой пшеницы в благоприятном климатически 2016 г. составил:

- на контрольной делянке – 3,8 т/га (содержание глютина в зерне 22 %);
- на делянке, где в почву внесли зеленую массу одного урожая вики, – 6,2 т/га (содержание глютина в зерне 26 %);
- на делянке, где в почву внесли зеленую массу двух урожаев вики – 7,0 т/га (содержание глютина в зерне 28 %).

Выводы. Проведенные исследования показали, что при внесении в пахотный слой чернозема выщелоченного зеленой массы двух урожаев вики на поле, использованном как «занятый пар» под озимой и яровой викой, из 12,4 т/га сухой массы вики смогли образоваться 4

т/га гумуса; в данной сухой массе органических остатков вики содержится 310 кг/га биологического азота, 60 % которого симбиотического происхождения.

В слое почвы 0–10 (12) см, обработанном дисковой бороной среднее содержание органического вещества увеличилось на 0,20 %; сформировался позитивный баланс гумуса и азота, существенно улучшилось физическое состояние этого слоя. В первый год после внесения в почву при помощи дисковой бороны зеленой массы вики в качестве органического удобрения производительная способность почвы увеличилась на 60–80 %, качество урожая зерна озимой пшеницы значительно повысилось.

Систематическое комбинированное использование зеленых и минеральных удобрений в комплексе с научно обоснованными агротехническими мероприятиями, приводит к улучшению состояния почвы, формированию положительного баланса гумуса в почвах и увеличению производительной способности сельскохозяйственных земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova // Coordonator Cerbari V. Chișinău, Pontos, 2000. – 476 p.

2. Фитомелиорация как эффективный метод экологической реставрации деградированных черноземов Молдовы // Тези доповідей Міжнарод. науково-практичної конф., (м. Київ, 11 липня 2017 р.) / Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. – Вінниця : Нілан-ЛТД, 2016. – С. 32.

3. Importanța cultivării leguminoaselor ca îngrășământ verde în agricultura ecologică și durabilă // Revista Agricultura Moldovei – № 9–10. – 2016. – P. 34–37.

Исследования по восстановлению качественного состояния деградированного пахотного слоя черноземов выщелоченных Центральной Молдовы путем комбинированного использования агротехнических и фитомелиоративных приемов проводились в рамках билатерального проекта двустороннего сотрудничества между Академией наук Молдовы и Республиканским Фондом Фундаментальных Исследований Республики Беларусь (№ 15.820.18.05.11/B).

УДК 551.58

ОЦЕНКА ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ

Адалбектеги Гулмира Адильбек кызы, кандидат географических наук, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Республика Казахстан, г. Алматы, adilbekova.gulmira@yandex.kz

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Калмашева Айнур Нурлеспесовна, докторант PhD Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, abdikerimova_89@mail.ru

На основе многолетних информационно-аналитических материалов «Казгидромет» определены среднесуточные природно-энергетические ресурсы и естественные тепло- и влагообеспеченность растительного и почвенного покровов ландшафтной системы водосборов бассейна реки Есиль для рационального размещения производительных сил агропромышленного комплекса региона.

Ключевые слова: природа, ландшафт, река, бассейн, теплообеспеченность, влагообеспеченность, метод, показатель, климат, почва, растение.

EVALUATION OF HEAT AND WATER SAFETY OF THE LANDSCAPE SYSTEM OF THE EULAND BASIN

Adalbektegi G. A., Mustafaev Z. S., Kalmazheva A. N.

Based on the long-term information and analytical materials of Kazgidromet, the average annual natural and energy resources and the natural heat and moisture availability of the vegetation and soil cover of the landscape system of catchments of the Yesil basin for rational allocation of the productive forces of the agro-industrial complex of the region were determined.

Key words: nature, landscape, river, pool, heat supply, moisture supply, methods, indicators, climate, soil, plant.

Климат, как средообразующий фактор, является одним из ведущих экологических условий, определяющих потенциал и особенности ландшафтов природной системы речных бассейнов. Поэтому оценка тепло- и влагообеспеченности ландшафтных систем речных бассейнов необходима для определения их природно-ресурсного потенциала для планирования сельскохозяйственного производства как в отдельных регионах, так и в целом в районе водосбора бассейна реки. При оценке тепло- и влагообеспеченности ландшафтных систем речных бассейнов можно использовать принцип энергетической сбалансированности тепла и влаги с учетом природных условий, позволяющих обеспечить сохранение экологически благоприятного энергетического режима почвенного и растительного покровов природной системы.

Цель исследования – на основе многолетних информационно-аналитических материалов метеорологических станций РГП «Казгидромет», расположенных в водосборе бассейна реки Есиль, определить естественные тепло- и влагообеспеченность ландшафтных систем для рационального размещения производительных сил агропромышленного комплекса.

Методы и материалы исследования. Река Есиль протекает по территории двух стран: России и Казахстана, являясь самым длинным и левым притоком реки Ертыш. Для определения биологических ресурсов бассейна реки Есиль использовались методы комплексный сравнительно-географический, ландшафтно-геохимический, математико-статистический, системный анализ и экспертные оценки.

Для определения ресурсного потенциала водосборной территории бассейна реки использованы следующие природно-климатические показатели: сумма биологически активных температур ($\sum t, ^\circ C$), сумма осадков (O_c , мм), испаряемость (E_o , мм), фотосинтетически активная радиация (R , кДж/см²), сумма среднесуточных значений дефицита влажности воздуха ($\sum d$, мб), среднегодовая температура воздуха ($T^\circ C$) [3, 4].

Для оценки естественных тепло- и влагообеспеченности растительного и почвенного покровов водосборов бассейна реки можно использовать следующие показатели, характеризующих степень обеспеченности ресурсами природной среды [3, 4]: индекс сухости ($\bar{R} = R / LO_c$, где L – удельная теплота парообразования, принятая постоянной и равная 2,5 кДж/см²) [1], коэффициент естественного увлажнения ($K_y = O_c / E_o$) [2], биоклиматическая продуктивность ($БКП = K_y (\sum t / 1000)$) [6], гидротермический коэффициент ($ГТК = 10 \cdot O_c / \sum t$) [6] и показатель увлажнения ($M_d = O_c / \sum d$) [7].

Результаты исследования. На основе многолетних информационно-аналитических материалов «Казгидромет» определены среднемноголетние природно-энергетические ресурсы природной системы водосборов бассейна реки Есиль (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, сумма активных температур воздуха ($\sum t, ^\circ C$) и суммарный солнечный радиационный баланс (R , кДж/см²) природной системы водосборов бассейна реки Есиль с территории Акмолинской области в Северно-Казахстанской области снижается, а атмосферные осадки (O_c , мм), характеризующие влагообеспеченность, тоже уменьшаются в соответствии законам географической зональности.

Таблица 1 – Природно-энергетические ресурсы природной системы водосборов бассейна реки Талас

Метеостанции	Абсолютная вы- сота местности (H), м	Природно-энергетические показатели					
		T^oC	$\Sigma t,^oC$	R , кДж/см ²	Σd , мб	E_o , мм	O_c , мм
Акмолинская область							
Астана	347	3,1	2295	134,3	1556	895	441
Атбасар	303	1,1	2267	133,4	1504	884	386
Есиль	219	1,5	2439	139,1	1633	951	372
Северо-Казахстанская область							
Рузаевка	226	1,4	2242	132,5	1418	718	392
Петропавловск	134	0,4	2081	127,2	1174	665	320

На основе интегральных критериев, характеризующих климатические и экологические продуктивности природной системы, определены естественные тепло- и влагообеспеченность растительного и почвенного покровов ландшафтов водосборов бассейна реки Есиль (таблица 2).

Таблица 2 – Естественные тепло- и влагообеспеченность растительного и почвенного покровов водосборов бассейна реки Есиль

Метеостанции	H , м	Показатели климатического потенциала				
		K_y	$ГТК$	$БКП$	$\bar{R}$	M_d
Акмолинская область						
Астана	347	0,37	0,18	0,85	1,31	0,85
Атбасар	303	0,36	0,17	0,81	1,44	0,82
Есиль	219	0,34	0,15	0,83	1,49	0,83
Северо-Казахстанская область						
Рузаевка	226	0,43	0,17	0,96	1,35	0,96
Петропавловск	134	0,56	0,15	1,17	1,59	1,17

Как видно из таблицы 2, коэффициент естественного увлажнения (K_y) достаточно высокий, гидротермический коэффициент ($ГТК$) и биоклиматическая продуктивность ($БКП$), характеризующие тепло- и влагообеспеченность невысокие, «индекс сухости», или гидротермический режим ($\bar{R}$), растительного и почвенного покровов ландшафтных систем территории водосбора бассейна реки Есиль характеризуются достаточно высокой теплообеспеченностью и низкой влагообеспеченностью. Показатель увлажнения (M_d) растительного и почвенного покровов ландшафтных систем достаточно низок, что требует необходимости учета при размещении производительной силы агропромышленного комплекса региона.

Выводы. Бассейн водосбора реки Есиль, формирование и функционирование которого строго подчиняется географической зональности, которая определяет степень естественной тепло- и влагообеспеченности ландшафтных систем региона, а именно: в сторону севера теплообеспеченность снижается, а влагообеспеченность повышается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М. И. Климат и жизнь / Будыко М. И. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 470 с.
2. Иванов Н. Н. Зоны увлажнения земного шара // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика / Н. Н. Иванов. – 1941. – № 3. – С. 15–32.
3. Мустафаев Ж. С. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов / Ж. С. Мустафаев, А. Д. Рябцев, Г. А. Адильбектеги – Тараз, 2007. – 218 с.
4. Мустафаев Ж. С. Проблемы гидроэкологии: количественная оценка состояния и устойчивости ландшафта / Ж. С. Мустафаев, К. Ж. Мустафаев, М. К. Ешмаханов – Тараз, 2010. – 135 с.

5. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристика климата // Мировой агроклиматический справочник / Селянинов Г. Т. – Л. : Гидрометеиздат, 1937. – С. 5–27.
6. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР / Д. И. Шашко – М. : Колос, 1967. – 312 с.
7. Шашко Д. И. Учитывать биоклиматический потенциал / Д. И. Шашко // Земледелие. – 1985. – № 4. – С. 19–26.

УДК 551.58

ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСБОРА БАСЕЙНА РЕКИ ЖАЙЫК

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Арыстанбаева Асель, докторант PhD Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, sonya-84-84@mail.ru

На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» и с использованием интегральных критериев, характеризующих энергетические ресурсы и тепловлагообеспеченность природной системы, произведены оценки биоклиматического потенциала ландшафтных систем водосборов бассейна реки Жайык для эффективного использования в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: природно-ресурсный потенциал, ландшафт, водосбор, бассейн, фактор, критерий, оценка, испаряемость, осадки, температура, влажность воздуха.

EVALUATION OF THE BIOCLIMATIC POTENTIAL OF LANDSCAPE SYSTEMS OF THE WATER CHAMBER OF THE BASIN OF THE RIVER ZHAYYK

Kozykeyeva A. T., Mustafaez Z. S., Arystanbaeva A.

Based on long-term information and analytical materials of RSE "Kazgidromet" and using integral criteria characterizing energy resources and heat and moisture availability of the natural system, estimates were made of the bioclimatic potential of the landscape catchment system of the Zhayik river basin for efficient use of agricultural purpose.

Keywords: natural resource potential, landscape, catchment area, basin, factors, criterion, estimation, volatility, sediment, temperature, humidity.

Одним из приоритетных направлений рационального использования природно-ресурсного потенциала территории водосборов бассейна рек является оценка биологического и экологического потенциала климата, являющегося одним из главных средообразующих факторов природной системы, что позволяет проводить экологическое нормирование всех видов антропогенных воздействий с целью сохранения экологической продуктивности и устойчивости агроландшафтных систем.

Цель исследования – всесторонняя оценка биологического и экологического потенциала ландшафтных систем территории водосборов бассейна реки Жайык для эффективного сельскохозяйственного использования и выявления их региональных различий.

Объект исследования – территория трансграничного бассейна реки Жайык. Она охватывает западный сектор российско-казахстанского приграничного региона, включает регионы Российской Федерации (Республика Башкортостан, Челябинская и Оренбургская области) и Актюбинскую, Западно-Казахстанскую и Атыраускую области Республики Казахстан. Жайык – третья по длине река Европы (общая протяженность – 2428 км, из них 1084 км – на

территории Казахстана) с площадью бассейна (включая бессточные районы) около 380 тыс. км².

Методика и материалы исследования. Для определения ресурсного потенциала водосборной территории бассейна реки использованы следующие природно-климатические показатели: сумма биологически активных температур ($\sum t, ^\circ C$), сумма осадков (O_c , мм), испаряемость (E_o , мм), фотосинтетически активная радиация (R , кДж/см²), сумма среднесуточных значений дефицита влажности воздуха ($\sum d$, мб), среднегодовая температура воздуха ($T^o C$) [3, 4].

Для оценки естественной тепло- и влагообеспеченности растительного и почвенного покровов водосборов бассейна реки можно использовать следующие показатели, характеризующие степень обеспеченности ресурсами природной среды [3, 4]: индекс сухости ($\bar{R} = R / LO_c$, где L – удельная теплота парообразования, принятая постоянной и равная 2.5 кДж/см²) [1], коэффициент естественного увлажнения ($K_y = O_c / E_o$) [2], биоклиматическая продуктивность ($БКП = K_y (\sum t / 1000)$) [6], гидротермический коэффициент ($ГТК = 10 \cdot O_c / \sum t$) [5], и показатель увлажнения ($M_d = O_c / \sum d$) [7].

Материалами исследования являются многолетние информационно-аналитические материалы метеорологических станций, расположенных в водосборе бассейна реки Жайык.

Результаты исследования. На основе многолетних информационно-аналитических материалов «Казгидромет» определены среднемноголетние природно-энергетические ресурсы природной системы водосборов бассейна реки Жайык (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, сумма температур воздуха за биологический активный период с севера к югу повышается от 2740 до 3382 °С, следовательно, повышается сумма дефицита влажности воздуха от 2053 до 2510 мб и суммарный радиационный баланс дневной поверхности тоже повышается от 149,0 до 170,3 кДж/см². Однако количество атмосферных осадков уменьшаются с севера к югу от 315 до 236 мм и испаряемость с поверхности почвенного и растительного покровов повышается от 877 мм до 1014 мм, что строго подчиняется законам географической зональности природной системы.

Таблица 1 – Природно-энергетические ресурсы природной системы водосборов бассейна реки Жайык

Метеостанции	Абсолютная высота местности (H), м	Природно-энергетические показатели					
		$T^o C$	$\sum t, ^\circ C$	R , кДж/см ²	$\sum d$, мб	E_o , мм	O_c , мм
Актюбинск	219	4,9	2740	149,0	2053	877	315
Уральск	34	5,8	2821	151,7	1964	902	374
Чапаево	15	5,3	3265	166,4	2126	980	351
Атырау	-25	9,5	3382	170,3	2510	1014	236

На основе информационно-аналитических материалов представленных в таблице 1 и характеризующих климатические показатели, определены естественные тепло- и влагообеспеченность растительного и почвенного покровов ландшафтов водосбора бассейна реки Жайык (таблица 2).

Таблица 2 – Естественные тепло- и влагообеспеченность растительного и почвенного покровов водосборов бассейна реки Жайык

Метеостанция	H , м	Показатели климатического потенциала				
		K_y	$ГТК$	$БКП$	$\bar{R}$	M_d
Актюбинск	219	0,26	0,11	0,71	1,89	0,15
Уральск	34	0,26	0,13	0,73	1,62	0,19
Чапаево	15	0,24	0,11	0,78	1,90	0,17
Атырау	-25	0,14	0,07	0,47	2,89	0,09

Как видно из таблицы 2, коэффициент естественного увлажнения (K_y) достаточно низкий, от севера к югу понижается от 0,26 до 0,14 и с такой закономерностью изменяются гидротермический коэффициент ($ГТК$), показатель увлажнения (M_d) и биоклиматическая продуктивность почвенного и растительного покровов ландшафтных систем водосбора бассейна реки Жайык. При этом индекс сухости ($\bar{R} = R/LO_c$) с севера к югу повышается от 1,89 до 2,89, что характеризует низкую влагообеспеченность и достаточно высокую теплообеспеченность ландшафтных систем.

Вывод. Всесторонние оценки показателей естественных тепло- и влагообеспеченности растительного и почвенного покровов водосборов бассейна реки Жайык с использованием интегральных критериев природной системы показали низкую влагообеспеченность и достаточно высокую теплообеспеченность ландшафтных систем, которые строго подчиняются законам географической зональности и требуют учитывать их при размещении производственных сил агропромышленного комплекса региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М. И. Климат и жизнь / Будыко М. И. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 470 с.
2. Иванов Н. Н. Зоны увлажнения земного шара // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика / Н. Н. Иванов, 1941. – № 3. – С. 15–32.
3. Мустафаев Ж. С. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов / Ж. С. Мустафаев, А. Д. Рябцев, Г. А. Адильбектеги – Тараз, 2007. – 218 с.
4. Мустафаев Ж. С. Проблемы гидроэкологии: количественная оценка состояния и устойчивости ландшафта / Ж. С. Мустафаев, К. Ж. Мустафаев, М. К. Ешмаханов – Тараз, 2010. – 135 с.
5. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристика климата // Мировой агроклиматический справочник / Г. Т. Селянинов – Л. : Гидрометеиздат, 1937. – С. 5–27.
6. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР / Шашко Д. И. – М. : Колос, 1967. – 312 с.
7. Шашко Д. И. Учитывать биоклиматический потенциал / Шашко Д. И. // Земледелие. – 1985. – № 4. – С. 19–26.

УДК 551.58

ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ ТАЛАС

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Турсынбаев Нуржан Аманжолович, магистр, Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз, nurANT_78@mail.ru

На основе информационно-аналитических материалов «Казгидромет» и «Кыргызгидромет», сельского хозяйства Республики Казахстан и Кыргызской Республики и методологического подхода для оценки климатического индекса продуктивности ландшафтов Д. И. Шашко определены естественный и потенциальный биоклиматические потенциалы ландшафтных систем водосбора бассейна трансграничной реки Талас.

Ключевые слова: биоклиматический потенциал, водосбор, река Талас, шкала, индекс Д. И. Шашко, зона, увлажнение, продуктивность, ландшафт, экология, природа.

EVALUATION OF THE BIOCLIMATIC POTENTIAL OF THE LANDSCAPE SYSTEM OF THE TALAS RIVER BASIN

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Tursynbayev N. A.

Based on information and analytical materials «Kazgidromet» and «Kyrgyzhydromet», agriculture of the Republic of Kazakhstan and the Kyrgyz Republic and a methodological approach for assessing the climatic index of landscape productivity, D.I. Shashko identified the natural and potential bioclimatic potentials of the landscape watershed system of the basin of the transboundary Talas river.

Key words: estimation, climate, potential, catchment, river, scale, index, zone, humidification, productivity, landscape, ecology, nature.

На основе природно-ресурсных потенциалов природной системы водосбора бассейна рек можно определить эффективность или рациональное размещение сельскохозяйственного производства, которые определяются количеством и качеством климатических и антропогенных ресурсов, уровнем их использования при конструировании высокоэффективных агроландшафтных систем. В идеале проектируемые агроландшафтные системы и принимаемые управленческие решения должны в максимальной степени соответствовать своеобразию биоклиматического потенциала водосбора бассейна рек. В связи с этим возникает необходимость адаптации агроландшафтных систем на основе всестороннего учета почвенных и климатических ресурсов на всех уровнях принятия технических решений.

Цель исследования – на основе информационно-аналитических материалов «Казгидромет» и «Кыргызгидромет», сельского хозяйства Республики Казахстан и Кыргызской Республики и методологического подхода для оценки климатического индекса продуктивности ландшафтов Д. И. Шашко определить биоклиматические потенциалы ландшафтных систем водосбора бассейна реки Талас.

Результаты исследования. На основе многолетних информационно-аналитических материалов «Казгидромет» и «Кыргызгидромет» определены средние многолетние природно-энергетические ресурсы природной системы водосборов бассейна реки Талас (таблица 1).

Для климатической оценки тепло- и влагообеспеченности водосборов бассейна реки Талас можно использовать следующие показатели, характеризующие степень обеспеченности ресурсами природной среды: коэффициент увлажнения ($K_y = O_c / E_o$), биоклиматическая продуктивность ($БКП = K_y (\sum t / 1000)$), гидротермический коэффициент ($ГТК = 10 \cdot O_c / \sum t$), индекс сухости ($\bar{R} = R / LO_c$, где L – удельная теплота парообразования, принятая постоянной и равная 2.5 кДж/см^2) и показатель увлажнения ($M_d = O_c / \sum d$) (таблица 2) [1].

Таблица 1 – Природно-энергетические ресурсы системы водосборов бассейна реки Талас

Метеостанции	Абсолютная высота местности (H), м	Природно-энергетические показатели					
		$T^{\circ}C$	$\Sigma t,^{\circ}C$	R , кДж/см ²	Σd , мб	E_o , мм	O_c , мм
Горный класс ландшафтов (элювиальная фация)							
Акташ	2000	4.6	2500	156.3	1680	880	469
Предгорный подкласс ландшафтов (трансэлювиальная фация)							
Талас	1200	7.6	2775	164.2	1860	960	327
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (супераквальная фация)							
Тараз	642	9.0	3400	170.9	1860	1020	287
Равнинный класс ландшафтов (аквальная фация)							
Камкалыкол	317	9.7	3670	186.5	3477	1147	185

Таблица 2 – Климатический потенциал природной системы водосбора бассейна реки Талас

Метеостанции	Абсолютная высота местности (H), м	Показатели климатического потенциала				
		K_y	$ГТК$	$БКП$	$\bar{R}$	M_d
1	2	3	4	5	6	7
Горный класс ландшафтов (элювиальная фация)						
Акташ	2000	0.53	1.62	1.54	1.31	0.28
Предгорный подкласс ландшафтов (трансэлювиальная фация)						
Талас	1200	0.30	0.68	2.20	2.00	0.18
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (супераквальная фация)						
Тараз	642	0.20	0.59	0.68	2.38	0.15
Равнинный класс ландшафтов (аквальная фация)						
Камкалыкол	317	0.09	0.37	1.17	4.03	0.10

Влияние на биологическую продуктивность ландшафтов тепла и влаги выражается относительными величинами биоклиматического потенциала природной системы, то есть через климатический индекс биологической продуктивности ландшафтов Д. И. Шашко [2]:

$$B_K = K_{p(кy)} \left[100 \cdot \sum t > 10^\circ C / \sum t > 10^\circ C_o \right],$$

где B_K – климатический индекс биологической продуктивности; $\sum t > 10^\circ C$ – сумма средних суточных температур воздуха выше $+10^\circ C$, отражающая поступление солнечной энергии и теплообеспеченности ландшафтов; $\sum t > 10^\circ C_o$ – сумма средних суточных температур воздуха выше $+10^\circ C$, равных начальной зоне формирования стока речных бассейнов, равная $1000^\circ C$; $K_{p(кy)}$ – коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения, представляющий собой отношение продуктивности при данных условиях влагообеспеченности к максимальной продуктивности в условиях оптимальной влагообеспеченности и определяемый по формуле:

$$K_{p(кy)} = 1.15 \cdot \lg(20 \cdot M_d) - 0.21 + 0.63 \cdot M_d - M_d^2.$$

На основе связи с продуктивностью растений, а также с географической зональностью водосборов речных бассейнов для средней оценки биологической продуктивности ландшафтов определен климатический индекс биологической продуктивности земли по Д. И. Шашко (таблица 3).

Как видно из таблицы 3, коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения ($K_{p(кy)}$) уменьшается от горного класса ландшафтов (элювиальная фация) до равнинного класса ландшафтов (аквальная фация) в бассейне реки Талас и, следовательно, климатический индекс биологической продуктивности (B_K) тоже снижается в три раза, то есть от 187.5 до 69.7 в баллах.

Таблица 3 – Биоклиматический потенциал ($БКП$) и климатический индекс биологической продуктивности (B_K) по геоморфологической схематизации водосборов бассейна реки Талас

Метеостанции	Абсолютная вы- сота местности (H), м	Показатели биоклиматического потенциала			
		M_d	$K_{p(ку)}$	$\frac{\Sigma t > 10^o C}{\Sigma t > 10^o C_o}$	B_K
Горный класс ландшафтов (элювиальная фация)					
Акташ	2000	0.28	0.75	2.500	187.5
Предгорный подкласс ландшафтов (трансэлювиальная фация)					
Талас	1200	0.18	0.51	2.775	141.5
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (супераквальная фация)					
Тараз	642	0.15	0.41	3.400	139.4
Равнинный класс ландшафтов (аквальная фация)					
Камкалыкол	317	0.10	0.19	3.670	69.7

Вывод. На основе использования климатического индекса продуктивности ландшафтов Д. И. Шашко [2] определены биоклиматические потенциалы геоморфологической фации водосборов бассейна трансграничной реки Талас обеспечивающих рациональное размещение производительных сил агропромышленного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане / Ж. С. Мустафаев, А. Д. Рябцев. – Тараз, 2012. – 528 с.
2. Шашко Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д. И. Шашко – Л. : Гидрометеоздат, 1985. – 247 с.

УДК631.6; 626.87

ТЕХНОЛОГИЯ ОСВОЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru
Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru
Жусупова Лиза Куанышовна, магистр, Кызылординский государственный университет имени Коркыт-Ата, Республика Казахстан, г. Кызылорда, liza_zk@mail.ru

Разработан способ освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур во временном масштабе в годовых интервалах с рассолением засоленных почв до определенного допустимого уровня с подачей промывной нормы, с учетом экологических требований природообустройства, с использованием классификации засоленных почв и солеустойчивости растений.

Ключевые слова: промывка земель, засоление, почва, рассоление, солеустойчивость, растение, экология, норма проливки.

TECHNOLOGY OF THE DEVELOPMENT OF SOLID LANDSCAPE SYSTEMS WITH THE ACCOUNT OF GEOECOLOGICAL LIMITATIONS

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Zhusupova L. K.

A method has been developed for the development of saline lands for cultivating agricultural crops on a time scale in annual intervals with desalinization of saline soils to a certain permissible level with the supply of a washing norm, taking into account the environmental requirements of environmental engineering, using the classification of saline soils and salt tolerance of plants.

Key words: method, washing, development, salinity, soil, desalinization, salt tolerance, plant, ecology, requirement, norm.

В современных условиях в аридных зонах Казахстана земельные угодья, пригодные для сельскохозяйственного использования, относятся к засоленным почвам, требующим для освоения агротехнических и мелиоративных мероприятий. В связи с этим в настоящее время одной из актуальных задач в области сельскохозяйственного использования является освоение засоленных и подверженных к засолению почв аридных зон Казахстана с учетом геоэкологических ограничений, обеспечивающих сохранение и восстановление устойчивости ландшафтных систем в условиях антропогенной деятельности [2].

Цель исследования – разработка технологии экологически чистого способа освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур, который позволит уменьшить количество почвенной соли до определенного уровня соответственно степени засоления поэтапно во временном масштабе в годовых интервалах, с подачей соответствующей

щей промывной нормы, с последующим возделыванием сельскохозяйственных культур соответствующей солеустойчивости, которые постоянно обеспечивают уменьшение объема коллекторно-дренажных вод в естественные водоприемники.

Предлагаемый новый концептуальный подход к освоению засоленных земель заключается в ориентации мелиоративной деятельности на строгий учет закономерных природных процессов и их ритмических колебаний, влияния изменяющихся климатических факторов и на рассмотрение природы как единого организма с присущим ему циклических движений потоков веществ в большом и малом круговоротах.

Материалы и методика исследования. Для реализации предлагаемого способа освоения засоленных земель разработан алгоритм технологического процесса, обеспечивающий последовательность выполнения этапов и необходимый для конкретных технических решений. В качестве интегрального критерия для составления технологических схем освоения засоленных земель используется их классификация, предложенная Н. И. Базилевич и Е. Н. Пановой [1], для определения последовательности действий. То есть авторы не характеризуют в явном виде предлагаемый способ освоения засоленных земель, только определяют продолжительность этапов при освоении засоленных почв.

Результаты исследования. На основе основных принципов и законов природопользования разработан новый способ освоения засоленных земель, который осуществляется на основе двух симметричных и параллельно-последовательных действий по времени в годовых интервалах с рассолением засоленных почв до определенного допустимого уровня, с подачей промывной нормы и с учетом экологических ограничений природообустройства и классификации засоленных почв и солеустойчивости сельскохозяйственных культур, обеспечивающий экологическую устойчивость ландшафтных систем.

На основе предложенной технологической схемы освоения засоленных земель оно должно проводиться поэтапно во временном масштабе в годовых интервалах с использованием классификации засоленных почв и солеустойчивости сельскохозяйственных культур, от очень сильнозасоленных до сильнозасоленных, от сильнозасоленных до средnezасоленных, от средnezасоленных до слабозасоленных и от слабозасоленных до незасоленных с возделыванием сельскохозяйственных культур.

На каждом этапе освоения засоленных земель, во-первых, необходимо определить степень засоления почвы (S_i) и, во-вторых, уровень ожидаемой продуктивности сельскохозяйственных культур с учетом солеустойчивости ($\bar{Y}_i = Y_i / Y_{\max}$, где Y_i – урожайность сельскохозяйственных культур при данной степени засоления почвы, ц/га; $Y_{\max}$ – максимальная урожайность сельскохозяйственных культур при допустимой степени засоления почв, ц/га).

Нормы промывки засоленных земель при каждом этапе освоения определяется на основе системы следующих уравнений:

$$Y_i = Y_{\max} \cdot \exp \left[-k(S_i / S_{\text{doni}} - 1)^b \right];$$
$$N = (\alpha / \beta) \cdot \lg(S_i / S_{\text{doni}}),$$

где α – коэффициент солеотдачи; β – параметр, который зависит от скорости перемешивания; S_{doni} – допустимое содержание солей в почве на этапе освоения, т/га; k – коэффициент солеустойчивости сельскохозяйственных культур; b – параметр уравнения [3].

Предлагаемый способ освоения засоленных земель, где промывки осуществляются строго дозированной нормой поэтапно во временном масштабе с учетом классификации степени засоления и солеустойчивости возделываемых культур, обеспечивающих экологическую устойчивость ландшафтных систем, минимизацию объема коллекторно-дренажных вод, сбрасываемых в естественные водоприемники, позволяет дополнительно получить зеленую массу на корм скоту.

На основе предложенного способа освоения засоленных земель произведены опытно-производственные исследования в средnezасоленных почвах Тогускенского массива орошения (Жанакурганский район) и сильнозасоленных почвах Казалинского массива орошения (Казалинский район) Кызылординской области в период 2013–2016 гг.

Предлагаемый способ освоения засоленных земель на основе параллельно-последовательного действия, то есть промывки и возделывания сельскохозяйственных культур, выполняющих роль механизма для выноса солей из корнеобитаемого слоя почвы, не только ограничивается рассоляющим действием, а также обеспечивает формирование высокой и качественной биологической продукции сельскохозяйственных культур с учетом их солеустойчивости, что увеличивает возможность возделывания различных сельскохозяйственных культур для обеспечения потребности сельского хозяйства (кормовой базы) и продовольственной безопасности, а также экологической устойчивости экосистемы региона.

Вывод: Разработанный способ освоения засоленных земель на основе параллельно-последовательного действия, то есть промывки и возделывания сельскохозяйственных культур, выполняющих роль устройства для выноса солей из корнеобитаемого слоя почвы, не только ограничивается рассоляющим действием, а также обеспечивает формирование высокой и качественной биологической продукции сельскохозяйственных культур с учетом их солеустойчивости, что увеличивает возможность возделывания различных сельскохозяйственных культур для обеспечения потребности сельского хозяйства (кормовой базы) и продовольственной безопасности, а также экологической устойчивости экосистемы региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Способ освоения засоленных земель (Патент РК, № 31836) / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Т. К. Карлыханов, Л. К. Жусупова // Электронный бюллетень. – 2017. – № 3. – 3 с.
2. Базилевич Н. И. Методические указания по учету засоленных почв (проект) / Н. И. Базилевич, Е. И. Панкова. – М. : Гипроводхоз, 1968. – 92 с.
3. Мустафаев Ж. С. Экосистемное обоснование способов освоения засоленных земель / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Л. В. Кирейчева, Л. К. Жусупова // Агроэкология. – 2015. – № 2(4). – С. 4–9.

УДК631.6; 626.87

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГИДРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ТОГУСКЕНСКОГО МАССИВА

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru
Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru
Абдывалиева Карлыгаш Сарыбаевна, научный сотрудник, Казахский научно-исследовательский институт рисоводства, Республика Казахстан, г. Кызылорда, karlygash_a_s@mail.ru

На основе систематизации и системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов по засолению почв Тогускенского массива орошения произведена оценка почвенно-мелиоративной устойчивости их с использованием индекса Шеннона, которая позволяет определить интенсивность и направленность почвенно-мелиоративных процессов гидроагроландшафтных систем в условиях антропогенной деятельности.

Ключевые слова: системный анализ, засоление почва, процесс, гидроагроландшафтные системы, антропогенная деятельность, индекс Шеннона.

EVALUATION OF ECOLOGICAL-MELIORATIVE STABILITY OF THE HYDROLANDSHAFT SYSTEM OF THE TOGUSKENSKY MASSIF

Kozykeyeva A. T., Mustafaez Z. S., Abdyvalieva K. S.

On the basis of systematization and system analysis of long-term information and analytical materials on soil salinization in the Togusken irrigation array, an assessment of soil-meliorative stability of them was carried out using the Shannon index, which makes it possible to determine the intensity and direction of soil-meliorative processes of hydroagrolandscape systems under anthropogenic activity.

Key words: analysis, assessment, system, systematization, salinity, soil, process, ecology, state, anthropogenic, nature, technique, dynamics, earth.

Масштабные изменения почвенно-мелиоративного состояния гидроагроландшафтных систем, происходящие в экологически неустойчивой природной среде Тогускенского массива в низовьях реки Сырдарьи с низким биологическим потенциалом, неблагоприятным для интенсивной хозяйственной деятельности, привели к тому, что почвенная среда в значительной степени преобразована. В связи с необходимостью анализа изменений происходящих почвенно-мелиоративных процессов в гидроагроландшафтных системах в сложившихся гидрогеохимических ситуациях геоэкологическая оценка почвенно-мелиоративных процессов в Тогускенском массиве в условиях интенсивной мелиорации земель очень важна для реализации начальных этапов различных проектов в области природопользования.

Цель исследования – оценка почвенно-мелиоративных процессов и изучение формирования и функционирования гидрогеохимических гидроагроландшафтных систем в Тогускенском массиве в условиях антропогенной деятельности.

Материалы и методы исследования. Для оценки почвенно-мелиоративной устойчивости гидроагроландшафтных систем Тогускенского массива в условиях антропогенной деятельности использованы многолетние информационно-аналитические материалы Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративных экспедиций (таблица 1).

Таблица 1 – Почвенно-мелиоративное состояние Тогускенского массива орошения в низовьях реки Сырдарьи (Кызылординской области)

Массив орошения	Годы	Мелиоративное состояние почвы, га			
		незасоленные	слабозасоленные	среднезасоленные	сильнозасоленные
Тогускенский (31500 га)	1960	14100	6500	5000	5900
	1970	13100	7100	6180	5120
	1980	12200	6800	8000	4500
	1990	11000	5000	12000	3500
	2000	10000	3000	14500	4000
	2010	9640	2980	15080	3800
	2015	8500	2850	16950	3200

Результаты исследования. В настоящее время метод эквивалентного сопоставления разнородных показателей применяется для оценки технического уровня проектных решений в мелиоративной науке [6–7]. Для геоэкологической оценки интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах в результате мелиорации можно использовать обобщенный показатель K_{mnm} , который определяется по формуле [5, 9]:

$$K_{mnm} = 1 - \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i^i},$$

где K_{mnm} – показатель, характеризующий интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах; $K_i^i = \exp(-K_{ci})$ – относительные значения уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах [2]. В Тогускенском массиве орошения этот показатель изменяется от 0,241 до 0,306, то есть отмечается высокая интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов.

В качестве структурных характеристик экосистем могут быть использованы показатели видовой, размерной, трофической структуры, структуры потоков. Для количественной характеристики структуры чаще всего используются разные индексы, среди которых наиболее распространен индекс Шеннона (H) [1, 8]:

$$H = \sum (N_i / N) \cdot \lg 2(N_i / N),$$

где: N_i – численность i -го вида; N – численность всех видов.

На основе информационно-аналитических материалов, представленных в таблице 1, построен график связи индекса Шеннона (H) и коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов (K_{mnm}), с высоким коэффициентом корреляции ($R^2 = 0.983$):

$$H = 1.782 \cdot \exp(-1.15 \cdot K_{mnm}).$$

Таким образом, для оценки качества агроландшафтных систем или орошаемых массивов можно использовать индекс Шеннона (H), позволяющий определить их экологическое состояние, то есть Токускенский массив находится в стадии обратимых изменений, что необходимо учитывать при мелиорации сельскохозяйственных земель [3, 4].

Вывод. На основе систематизации и системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративных экспедиций Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по засолению почв ландшафтных систем Токускенского массива разработана методика оценки уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов и экологического состояния с использованием индекса Шеннона, которая позволила определить интенсивность и направленность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в условиях антропогенной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем / А. Ф. Алимов. – СПб : ЗИН РАН, 2000. – 147 с.
2. Джени К. Средние величины / К. Джени. – М. : Статистика, 1990. – 341 с.
3. Мустафаев Ж. С. Геоэкологическая оценка трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья в условиях мелиорации земель / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, К. С. Абдывалиева // Гидрометеорология и экология. – 2016. – № 4 (83). – С. 125–136.
4. Мустафаев Ж. С. Геоэкологическая оценка трансформации почвенно-мелиоративных процессов в низовьях реки Сырдарья в условиях мелиорации земель / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, К. С. Абдывалиева // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – № 5. – С. 48–56.
5. Мустафаев Ж. С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель / Ж. С. Мустафаев. – Тараз, 2004. – 306 с.
6. Мустафаев Ж. С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане / Ж. С. Мустафаев. – Алматы, 1997. – 358 с.
7. Хачатурьян В. Х. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря / В. Х. Хачатурьян, И. П. Айдаров // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – № 12. – С. 5–12; 1991. – № 1. – С. 2–9.
8. Шабанов В. В. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин. – М. : ФГБОУ ВПО РАГУ-МСХА им К. А. Тимирязева, 2014. – 162 с.
9. Щедрин В. Н. Эколого-экономические аспекты обоснования мелиорации / В. Н. Щедрин, Д. С. Гузыкин // Мелиорация и водное хозяйство. – М., 1993. – № 2. – С. 9–11.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫВКИ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Абдешев Куаныш Бакытжанович, магистр, Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз, abdeshev.kuanysh@mail.ru

На основе принципов безотходных и безопасных технологий природопользования, а также законов природы разработаны технологии промывки засоленных земель с учетом соответствия интенсивности промывки и водопроницаемости почвы, позволяющие сохранить естественные почвообразовательные процессы и экологическую устойчивость природной системы.

Ключевые слова: почва, засоление, интенсивность промывки, экология, безотходная безопасная технология, процесс, почвообразование, водопроницаемость.

TECHNOLOGY OF WASHING OF SALTED LAND WITH REGARD TO ENVIRONMENTAL LIMITATIONS

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Abdeshev K. B.

Based on the principles of non-waste and safe technologies of nature management, as well as the laws of nature, technologies have been developed for washing saline lands, taking into account the compliance of the washing permeability of the soil, allowing to preserve natural soil-forming processes and ecological sustainability of the natural system.

Key words: soil, salinity, washing, ecology, wasteless, safe, technology, process, soil formation, intensity, water permeability.

Современные предложенные технологии и технологические схемы промывки засоленных земель основаны на подаче на поверхность почвы в короткое время большого объема воды, позволяющий растворить твердые соли и вытеснить их с гидростатическим давлением из почвенного слоя. Такие технологии промывки засоленных почв приводят, во-первых, к изменению водно-физических свойств почвенного слоя, во-вторых, к изменению направленности почвообразовательного процесса и его интенсивности, в-третьих, вымыванию из почвенного слоя гумуса, в-четвертых, поднятию уровня грунтовых вод и снижению их минерализации, в-пятых, ухудшению качества поверхностных вод, в-шестых, ухудшению экологической устойчивости ландшафтных систем, расположенных вблизи промываемых земель.

Цель исследования – разработать технологии и технологические схемы промывки засоленных земель, включающие подготовку временной оросительной и дренажной сетей и чеков, глубокое мелиоративное рыхление почвы поперек дрен с чередованием рыхленных и не рыхленных полос одинаковой ширины с последующей подачи воды в чек в напорном режиме до полного увлажнения; затем подачу воды уменьшают до работы в безнапорном режиме. Способ отличается тем, что в чеках с нулевыми отметками нарезаются временные оросительные сети с противоположенной стороны чека и нарезаются борозды с углублением с помощью борозды одновременно встречными струями с одинаковыми расходами, до столкновения друг с другом в центре чека и выравнивания слоя воды в борозде по фронту подачи воды.

Результаты исследования. В проведении промывки засоленных почв техническое воздействие имеет тенденцию превращаться в перманентные и все более усиливающиеся, вплоть до полной замены саморегуляции природных систем техногенным регулированием. Эти природные процессы происходят в условиях несоответствия интенсивности подачи воды при промывке засоленных почв (V_t^n): $V_t^n = N/t$, с интенсивностью впитывания воды в

почву (V_t^6): $V_t^6 = (V_0 - K_\phi) \cdot \exp(-K_\epsilon \cdot t) - K_\phi$, то есть $V_t^n \gg V_t^6$, причем во временном масштабе несоответствие постоянно будет увеличиваться (где N – расчетная промывная норма; t – продолжительность промывки; K_ϕ – коэффициент фильтрации; V_0 – скорость впитывания в конце первого часа; K_ϵ – коэффициент пропорциональности, который зависит от свойств почвы) [2].

На основе кинетики химических реакций и аналитических решений дифференциальных уравнений конвективной диффузии и влагопереноса получена математическая модель, позволяющая установить размеры промывных норм, учитывающих динамику гидравлических процессов в почвогрунтах [3]: $N = (\alpha / \beta) \lg(S / S_i) \Sigma$, где β – скорость растворения твердого вещества в процессе химической реакции между твердыми и жидкими веществами: $\beta = 2.02 \cdot \exp(-9.57 \cdot V_t)$. Параметр β , имеющий ясный физический смысл коэффициента ускорения солеотдачи, зависит от скорости растворения твердого вещества и процесса химических реакций, ускоряет солеотдачу почв при промывке засоленных почв.

Для каждого подэтапа определяется средняя скорость впитывания воды в почву ($V_{tcp} = (V_{ti} + V_{ti+1}) / 2$) и, умножив их на продолжительности подэтапов (t_i), определяем величину промывных норм (N_{ti}), которые осуществляются в напорном режиме: ($N_{ti} = V_{tcp} \cdot t_i$). В целом нормы промывки засоленных земель (N_{th}), которые осуществляются

в напорном режиме, определяют по формуле:

$$N_{th} = \sum_{i=1}^n N_{ti}$$

Нормы промывки засоленных почв ($N_{t\phi\phi}$), которые производятся в безнапорном режиме, определяются по следующей формуле: $N_{t\phi\phi} = N - N_{th}$. Продолжительность промывки засоленных почв в безнапорном режиме ($t_{\phi\phi}$) определяется по формуле: $t_{\phi\phi} = (N - N_{t\phi\phi}) / K_\phi$, где K_ϕ – коэффициент фильтрации.

Расход воды в выводных бороздах определяется исходя из удельного расхода поливаемой борозды (q_ϕ) и количества борозд (n_ϕ), расположенных внутри промываемого чека: $Q_{oa} = q_\phi \cdot n_\phi$, где q_ϕ – удельный расход поливаемой борозды, л/с. Расход воды во временных оросителях (Q_b) определяется на основе расходов воды выводной борозды (Q_{oa}) с учетом количества одновременно работающих выводных борозд (n_{oa}), то есть $Q_b = Q_{oa} \cdot n_{oa}$.

Продолжительность работы выводных борозд (t_{np}), то есть подачи воды в промываемый чек, определяется из следующей системы уравнений:

$$t_{np} = N_{i\phi} \cdot F_n / 3.6 \cdot Q_b, \quad t_{np} = N_{i\phi} \cdot F_n / 3.6 \cdot Q_{oa}, \quad t_{np} = N_{i\phi} \cdot F_n / 3.6 \cdot q_\phi \cdot n_\phi,$$

где $N_{i\phi}$ – промывная норма, подаваемая на i -ом этапе промывки засоленных земель, м³/га.

Производственные испытания предлагаемых технологии и технологических схем промывки засоленных земель проводились при освоении засоленных земель фермерских хозяйств «Досан» и «Рустем» Байзакского района Жамбылской области Республики Казахстан, которые показали, что, во-первых, на основе совершенствования технологии промывки засоленных почв можно обеспечить снижение удельной затраты промывных норм, во-вторых, несмотря на продуктивность сельскохозяйственных культур, которая во многом зависит от степени засоления почв, можно экономить оросительные нормы за вегетационный период, в третьих, на основе совместного рассмотрения промывных и оросительных норм осваиваемых засоленных земель, можно определить уровень рационального и эффективного использования водных ресурсов [4].

Вывод. Технология промывки засоленных почв разработан на основе «мягкого» управления гидрогеохимическим процессом, где в основу положено понятие закономерности природных эволюционных почвенных процессов в той интерпретации, какая была изложена выше: почва, как открытая система, обладает устойчивостью, саморегулированием и находится в поступательном динамическом равновесии. При этом принцип экологически безопасной технологии промывки засоленных почв основан на разумном дозировании и регулировании техногенных нагрузок на природную систему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Способ промывки засоленных земель / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Т. К. Карлыханов, К. Б. Абдешев // Инновационный патент № 29219. – Астана, 2014. – 2 с.
2. Мустафаев Ж. С. Физико-математическое моделирование процесса выщелачивания солей из почвы / Ж. С. Мустафаев // Плодородие почв Казахстана. – Алматы : Наука, 1986. – Вып. 2. – С. 64–72.
3. Мустафаев Ж. С. Методологическое обеспечение экологически безопасной технологии промывки засоленных земель / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, К. Б. Абдешев // Механика и технологии. – 2016. – № 1. – С. 38–46.
4. Мустафаев Ж. С. Результаты производственного испытания ресурсосберегающих технологий промывки засоленных земель / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, К. Б. Абдешев // Исследования, результаты. – 2016. – № 2(70). – С. 152–162.

УДК 632:633.11

СХЕМЫ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ПОРАЖЕННОСТИ БОЛЕЗНЯМИ

Таланов Иван Павлович – доктор с.-х. наук, профессор кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д.65.

Применение полной схемы защиты (протравитель + фунгицид + гербицид) снижает пораженность растений яровой пшеницы корневыми гнилями в 2,5-2,9 раза и листовыми микозами (бурая листовая ржавчина, мучнистая роса и септориоз) в 1,2–2,2 раза по сравнению с контролем, что способствует увеличению урожайности на 0,7-1,04 т/га зерна.

Ключевые слова: яровая пшеница, защита растений, корневая гниль, листовой микоз, фунгицид, гербицид.

SCHEMES of PLANTS PROTECTION FROM DAMAGE TO DISEASES OF SPRING WHEAT

Talanov I. P.

The usage of the full system of defense (morgan + fungicides + herbicides) lowers the defeat of plants of spring wheat by rotten stuff at 2.5-2.9 times and by leaves mycoses (brown leaf rust, mealy dew and septorioses) at 1.2-2.2 times in comparison with the control that provides crop growing at 0.7-1.04 t/h of grain.

Keywords: spring wheat, plant protection, root rot, leaf mycosis, fungicide, herbicide.

Республика Татарстан, согласно данным ученых Всероссийского НИИ фитопатологии, относится к числу регионов РФ, в которых потери урожая зерновых культур от болезней превышают 25 и более процентов [3]. К наиболее вредоносным микозам из группы листосте-

бельных инфекций, поражающих яровую пшеницу в условиях РТ являются бурая листовая ржавчина, мучнистая роса и септориоз [2, 4].

Главное направление защиты сельскохозяйственных культур от патогенов – разработка интегрированных систем, базирующихся преимущественно на нехимических методах защиты. Однако в производственных условиях из-за нарушения принципов плодосмена мы не можем полностью защитить растения от вредных организмов только биологическими методами. Поэтому целью наших исследований являлось снижение пестицидной нагрузки, определение характера развития болезней и разработка экономически эффективных приемов контроля различных групп фитопатогенов для получения максимальных урожаев с высоким качеством зерна в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан.

Исследования проводились на серой лесной среднесуглинистой почве на опытном поле кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ в 2014–2016 гг. Общая площадь деланки 58 м², учетная – 50 м². Повторность в опытах трехкратная, размещение деланок последовательное. Посев пшеницы проводился 6–8 мая сортом Люба (элита) с нормой высева 6 млн. всхожих на 1 га. Предшественник – озимая рожь по чистому пару.

Схема опыта по факторам и вариантам

Фактор А – Протравители семян: 1) без обработки (контроль); 2) 36,3 к. э. Дивидент Стар (1л/т); 3) Планриз (0,5л/т)

Фактор В – Фунгициды – обработка посевов в период вегетации: 1) без обработки; 2) 330 к. э. Альто-Супер (0,5 л/га); 3) Фитоспорин (2л/га)

Фактор С – Гербициды: 1) без обработки; 2) в. д. г. Секатор (0,2 кг/га) + к. э. Гепард экстра (0,4 л/га, баковая смесь).

Нормы удобрений рассчитывали балансовым методом с учетом результатов анализа почв и коэффициентов выноса и использования питательных веществ почвой и удобрений, предложенных для условий лесостепи А. А. Зиганшиным и Л. Р. Шарифуллиным [1]. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию.

Протравливание семян осуществляли на лабораторной установке барабанного типа, расход рабочей жидкости – 10 л/т семян. Обработку растений в период вегетации проводили ранцевым опрыскивателем «Квазер» со стандартным щелевым наконечником с расходом рабочей жидкости 150 л/га.

Опрыскивание против сорняков проводили в фазе кущения пшеницы гербицидами Секатор в дозе 0,2 кг/га и Гепард экстра в дозе 0,4 л/га в баковой смеси. Агротехника возделывания общепринятая в зоне, за исключением изучаемых вариантов.

Оценка роли семенной инфекции в этиологии корневых гнилей показала, что преобладающим видом на семенах среди специфичных возбудителей были грибы рода *Alternaria spp.* – 7,4%, *Bipolaris sorokiniana* – 3,2% и *Fusarium spp.* – 0,5% от общего количества семян до проведения предпосевной обработки протравителями. Эффективность в снижении семенной инфекции после обработки семян Дивидент Стар составила 89%, биофунгицидом Планриз – 73 %. При обработке семян химическим протравителем Дивидент Стар и биопрепаратом Планриз пораженность растений корневыми гнилями снижалась по сравнению с контролем в 1,9 – 2,5 и 1,7 – 2,0 раза соответственно (таблица 1).

Среди изучаемых препаратов для протравливания семян наибольшая эффективность по снижению пораженности получена при использовании химического протравителя Дивидент Стар.

Биофунгицид Планриз вызывал чуть меньший тормозящий эффект пораженности растений корневыми гнилями. Однако под его воздействием повышалась активность физиологических и биохимических процессов в растениях, тем самым ослабляя поражающее действие патогенов корневой гнили и положительно влияя на продуктивность яровой пшеницы.

Применение фунгицида Альто-Супер уменьшило поражение и развитие болезней растений: мучнистой росой на 23,6 и 21,7 %, бурой ржавчиной на 40,0 и 18,6 % и септориоза на 27,6 и 47,1 % (таблица 2). Использование биофунгицида Фитоспорин оказывало чуть мень-

ший тормозящий эффект на распространение и развитие листовых микозов по сравнению с Альто-Супер, но значительно уменьшало пораженность растений по сравнению с контролем.

Таблица 1 – Пораженность растений яровой пшеницы корневыми гнилями, %

Протрави-тели	Фунгициды	Гербициды	Кущение		Цветение		Восковая спелость	
			P	R	P	R	P	R
Без обработки (контроль)	Без обработки	Без обработки	14	5,9	49	17,5	62	27,6
		Секатор+Гепард экстра	12	4,7	43	16,4	56	23,9
	Альто-Супер	Без обработки	11	4,4	45	15,7	59	22,8
		Секатор+Гепард экстра	10	3,9	43	15,0	55	23,1
	Фитоспорин	Без обработки	12	5,1	47	16,5	58	25,1
		Секатор+Гепард экстра	11	4,3	44	15,3	57	24,2
Дивидент Стар	Без обработки	Без обработки	9	2,1	21	5,9	36	14,0
		Секатор+Гепард экстра	8	2,1	18	5,1	31	11,9
	Альто-Супер	Без обработки	7	1,9	17	3,9	33	10,8
		Секатор+Гепард экстра	7	1,7	16	3,9	30	9,3
	Фитоспорин	Без обработки	9	2,1	20	5,3	35	12,1
		Секатор+Гепард экстра	8	2,0	17	5,0	34	11,0
Планриз	Без обработки	Без обработки	11	4,4	26	6,1	38	14,5
		Секатор+Гепард экстра	12	3,8	20	6,6	36	13,7
	Альто-Супер	Без обработки	11	3,3	21	5,5	33	11,8
		Секатор+Гепард экстра	10	3,3	18	5,1	31	11,8
	Фитоспорин	Без обработки	12	3,5	22	6,0	35	13,1
		Секатор+Гепард экстра	11	3,4	20	5,9	33	12,6

Примечание: P – распространение, %; R – развитие, %

Таблица 2 – Пораженность растений яровой пшеницы мучнистой росой, бурой ржавчиной и септориозом, %

Протрави-тели	Фунгициды	Гербициды	В фазе цветения					
			Мучнистая роса		Бурая ржавчина		Септориоз	
			P	R	P	R	P	R
Без обработки (контроль)	Без обработки	Без обработки	17	3,7	5	2,1	29	11,9
		Секатор + Гепард экстра	18	3,9	6	2,0	27	9,9
	Альто-Супер	Без обработки	13	2,9	3	1,5	21	6,3
		Секатор + Гепард экстра	13	3,0	4	1,5	20	5,5
	Фитоспорин	Без обработки	15	3,3	5	2,0	25	7,7
		Секатор	14	3,2	6	2,1	22	6,1
Дивидент Стар	Без обработки	Без обработки	9	2,3	2	0,9	13	2,9
		Секатор + Гепард экстра	10	2,1	3	0,7	13	2,6
	Альто-Супер	Без обработки	7	0,9	2	0,6	9	1,9
		Секатор + Гепард экстра	6	0,8	2	0,5	10	1,7
	Фитоспорин	Без обработки	10	2,3	3	0,8	13	2,5
		Секатор + Гепард экстра	10	2,2	2	0,7	12	2,2
Планриз	Без обработки	Без обработки	12	2,7	3	0,9	19	3,3
		Секатор + Гепард экстра	11	2,7	3	0,8	17	3,1
	Альто-Супер	Без обработки	11	2,5	3	0,7	18	2,4
		Секатор + Гепард экстра	9	1,7	2	0,6	17	2,0
	Фитоспорин	Без обработки	10	2,4	4	0,7	19	2,7
		Секатор + Гепард экстра	9	1,8	3	0,6	18	2,3

Примечание: P – распространение, %; R – развитие, %

Наибольшая эффективность по снижению пораженности листовыми микозами (бурой ржавчиной, мучнистой росой и септориозом) получена при использовании комплексной системы защиты растений как с применением отдельно химических препаратов и биофунгицидов, так и в их сочетании при обработках. Пораженность растений листовыми микозами при

использовании схемы защиты «Дивидент Стар + Альто-Супер + Секатор + Гепард экстра» уменьшилась в 2,0–2,2 раза по сравнению с контролем и в 1,2–2,0 раза при использовании биофунгицидов по схеме «Планриз + Фитоспорин + Секатор + Гепард экстра».

Для объективной оценки и эффективности влияния химических пестицидов и биопрепаратов на формирование урожайности необходимо рассмотреть применение их как в отдельных агроприемах, так и в комплексных схемах защиты растений.

В результате предпосевной обработки семян биопрепаратом Планриз получена дополнительная прибавка урожая 350 кг/га, а протравителем Дивидент Стар – 520 кг/га, или больше на 48,6 %. Обработка посевов фунгицидом Альто-Супер против листовых микозов позволила получить 270 кг/га против 100 кг/га при обработке биофунгицидом Фитоспорин. Применение гербицидов Секатор в дозе 0,2 кг/га и Гепард экстра в дозе 0,4 л/га в баковой смеси позволило повысить урожайность на 180–200 кг/га (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние средств защиты растений на урожайность яровой пшеницы, т/га,

Протравители (А)	Фунгициды (В)	Гербициды (С)	Урожайность, т/га			Средняя за 3 года	Прибавка к контролю, кг/га		
			2004 г.	2005 г.	2006 г.		от А	от В	от С
Без обработки (контроль)	Без обработки	Без обработки	3,32	2,61	2,79	2,91	–	–	–
		Секатор + Гепард экстра	3,59	2,78	2,91	3,09	–	–	180
	Альто-Супер	Без обработки	3,64	2,72	3,18	3,18	–	270	–
		Секатор + Гепард экстра	3,88	2,89	3,37	3,38	–	290	200
	Фитоспорин	Без обработки	3,39	2,70	2,93	3,01	–	100	–
		Секатор+Гепард экстра	3,45	2,94	3,24	3,21	–	120	200
Дивидент Стар	Без обработки	Без обработки	3,98	2,88	3,43	3,43	520	–	–
		Секатор+Гепард экстра	4,16	3,12	3,64	3,64	550	–	210
	Альто-Супер	Без обработки	4,12	2,97	3,61	3,56	380	130	–
		Секатор+Гепард экстра	4,37	3,48	3,99	3,95	570	310	390
	Фитоспорин	Без обработки	3,96	2,95	3,55	3,49	480	60	–
		Секатор+Гепард экстра	4,13	3,31	3,82	3,75	540	110	260
Планриз	Без обработки	Без обработки	3,67	2,74	3,36	3,26	350	–	–
		Секатор+Гепард экстра	3,86	3,08	3,49	3,48	390	–	220
	Альто-Супер	Без обработки	3,93	2,83	3,52	3,43	250	170	–
		Секатор+Гепард экстра	4,29	3,37	3,69	3,78	400	300	350
	Фитоспорин	Без обработки	3,76	2,89	3,47	3,37	360	110	–
		Секатор+Гепард экстра	3,97	3,15	3,71	3,61	400	130	240

Таким образом, при изучении отдельных агроприемов защиты растений от болезней и сорняков наибольшая прибавка урожайности зерна (0,52 т/га) получена при предпосевной обработке семян химическим протравителем Дивидент Стар.

В схемах защиты растений от болезней «протравитель + фунгицид» наибольшие урожаи получены при обработке семян и растений по схемам «Дивидент Стар + Альто-Супер» и «Дивидент Стар + Фитоспорин» – 3,56 и 3,49 т/га или больше чем на контроле – соответственно на 0,38 и 0,48 т с 1 га.

Максимальная эффективность в формировании урожайности зерна яровой пшеницы получена при проведении полной схемы защиты растений от болезней и сорняков «Дивидент Стар + Альто-Супер + Секатор + Гепард экстра» – 3,95 т/га или больше, чем на вариантах без проведения обработок на 1,04 т с 1 га. Незначительно по эффективности им уступала схема защиты растений с использованием биофунгицида, по схеме «Дивидент Стар + Фитоспорин + Секатор + Гепард экстра» – получено 3,75 т зерна с 1 га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зиганшин А. А. Рекомендации по программированию урожаев сельскохозяйственных культур / А. А. Зиганшин, Л. Р. Шарифуллин. – Казань, 1981. – 19 с.

2. Кочман А. В. Рекомендации по обследованию сельско-хозяйственных угодий на выявление вредных насекомых, энтомофагов, болезней растений и сорняков / А. В. Кочман, Т. Е. Изотова. – Казань, 1979. – 104 с.

3. Санин С. С. Здоровье зернового поля / С. С. Санин, Л. Н. Назарова, Е. А. Соколова и др. // Защита и карантин растений. – 1999. – № 9. – С. 28–32.

4. Таланов И. П. Оптимизация приемов формирования высокопродуктивных ценозов яровой пшеницы / И. П. Таланов. – Казань, 2003. – 174 с.

УДК 633.11

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ РЖИ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Таланов Иван Павлович, доктор с.-х. наук, профессор кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65.

Внесение расчетных доз удобрений NPK на 5,0 т/га снизило пораженность растений озимой ржи корневой гнилью по сравнению с фоном без удобрений по вспашке в 1,6 раза, по безотвальной обработке и по плоскорезной обработке – в 1,8 раза. Максимальная численность сорняков в период вегетации озимой ржи отмечалось по плоскорезной основной обработке почвы на всех фонах питания. Максимальное поражение растений листостебельными болезнями на всех фонах питания отмечалось по плоскорезной обработке почвы, бурой ржавчиной – в 1,2, 1,3 и 1,4 раза, септориозом – в 1,7, 1,6 и 1,5 раза соответственно фонам питания, по сравнению со вспашкой.

Ключевые слова: пораженность, корневые гнили, засоренность, листостебельные микозы, обработка почвы.

PHYTOSANITARY STATE OF SOWS OF WINTER RYE ON GRAY FOREST SOILS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Talanov I. P.

The introduction of calculated fertilizer rates of NPP by 5.0 t / ha reduced the damage of plants of winter rye by root rot, compared to the background without fertilizer by plowing 1.6 times, by low-tillage and by flat tillage – 1.8 times. The maximum number of weeds in the period of vegetation of winter rye was noted in flat basic tillage of soil on all backgrounds of nutrition. Maximum damage to plants with leaf-and-stem diseases on all nutrition backgrounds was noted in flat tillage of soil, brown rust – 1.2, 1.3 and 1.4 times, septoriosiis – 1.7, 1.6 and 1.5 times, respectively nutrition backgrounds, compared to plowing.

Key words: affection, root rot, weediness, leaf-stem mycoses, tillage of soil.

Введение. Обострение экологической ситуации является одной из основных глобальных проблем современности, вызывая серьезную озабоченность мировой общественности. Развитие сельского хозяйства, особенно в период интенсивного вовлечения разнообразных, прежде всего антропогенных, ресурсов повышения продуктивности культурных растений, оказывает все возрастающее воздействие на окружающую среду. В связи с этим наиболее динамично развивающимся направлением аграрной науки XXI в является экологизация сельскохозяйственного производства, нашедшая свое отражение в концепциях биологического земледелия, адаптивно-ландшафтных, точечных системах и т. д. При этом важным направлением стабилизации экологического статуса растениеводства является разработка альтернативных химическим, интегрированных систем защиты растений от вредных биологических объектов.

Условия, материалы и методы исследований. Целью исследований являлось изучение эффективности способов на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи.

Полевые опыты проведены в 2014-2016 гг. на опытном участке Казанского ГАУ «Ак Барс – Пестрецы» Пестречинского муниципального района РТ. Содержание гумуса в пахотном слое (по Тюрину) – 3,7 %, подвижного фосфора – 154 мг на кг почвы (по Кирсанову), обменного калия – 132 мг на кг почвы, гидролитическая кислотность 5,06 мг/экв. на 100 г.

почвы, сумма поглощенных оснований 20,7 мг/экв. на 100 г. почвы, степень насыщенности основаниями 86,4 %, рН (солевой вытяжки) 5,9. Мощность пахотного слоя составляет 22–24 см. Рельеф опытных участков ровный.

Схема опыта. В схему опыта были включены следующие варианты:

Фактор А – способы основной обработки почвы:

1. Отвальная вспашка.
2. Безотвальная обработка.
3. Плоскорезное рыхление.

Фактор В – удобрения:

1. Без удобрений (контроль).
2. NPK на планируемый урожай 4,0 т/га зерна.
3. NPK на планируемый урожай 5,0 т/га зерна.

Повторность – трехкратная, размещение делянок – систематическое. Общая площадь делянки 480 м², учетная – 420 м². После уборки однолетних трав на вариантах с отвальной вспашкой проводили вспашку плугом ПН-4–35, предпосевную культивацию (КПС-4), посев (СЗ-3,6) и прикатывание почвы ЗККШ-6А. На вариантах безотвальной обработки почву обрабатывали КТС-3,8. Плоскорезное рыхление осуществляли культиватором глубокорыхлителем КПГ-250. На всех вариантах основную обработку почвы проводили на глубину 22–24 см. Весной проводили подкормку азотными удобрениями и боронование посевов.

Удобрения рассчитывали балансовым методом согласно результатам анализа почвы и коэффициентам выноса и использования питательных веществ из почвы и удобрений.

Анализ и обсуждение результатов исследований. Результатами наших исследований было выявлено, что большая засорённость посевов отмечалась по вариантам плоскорезной и безотвальной обработки почвы, фонов питания и изменялось от агроклиматических условий вегетационного периода. Так, в фазе весеннего кущения озимой ржи в 2014 г. на фоне без удобрений по отвальной вспашке насчитывался 51 сорняк, по безотвальной и плоскорезной обработках – 68–75 шт./м², тогда как в 2015 г., несмотря на хорошую влагообеспеченность посевов, общая численность сорняков снижалась и составила по вариантам обработки 33, 37 и 44 шт./м². В 2016 г. засоренность посевов вновь увеличилась по вспашке и доходило до 64 шт./м², по безотвальной – до 67 шт./м² и по плоскорезной обработке – до 79 шт./м².

По фонам питания с внесением минеральных удобрений происходило аналогичное изменение численности сорняков. Максимальная численность сорняков в период весеннего кущения во все годы исследований отмечалась по плоскорезной основной обработке почвы на фоне внесения NPK на 4,0 т/га и составили 77, 51 и 74 шт./м², на фоне NPK на 5,0 т/га соответственно 75, 47 и 69 шт./га.

В среднем за 3 года в фазу весеннего кущения по вариантам обработки почвы происходило достоверное изменение в численности сорняков по всем фонам питания. Так, количество сорняков на фоне без удобрений по плоскорезной обработке насчитывалось 66 шт./м² (больше чем по вспашке на 17 шт./м²), на фоне внесения «NPK на 4,0 т/га» – 66 (больше на 18) и на фоне «NPK на 5,0 т/га» – 64 (больше на 19). По безотвальной обработке численность сорняков по фонам питания составила 57, 58 и 55 шт./м².

К уборке в результате проведения обработки посевов против сорняков гербицидами и затенения растениями озимой ржи засоренность сократилось и, имея небольшую вегетативную массу, существенного влияния на формирование урожая не оказывала. Однако максимальная численность сорняков по всем фонам питания отмечалась по плоскорезной обработке и составила на фоне без удобрений 38 шт./м², по безотвальной обработке – 31 и по отвальной вспашке – 23, воздушно-сухая масса сорняков составила соответственно по вариантам обработки почвы 39,4, 28,8 и 22,1 г/м².

На фонах с внесением расчетных доз минеральных удобрений на 4,0 и 5,0 т/га общая засоренность по вариантам обработки почвы, по сравнению с фоном без удобрений, существенно не изменялась и составила 40, 27, 20 и 41, 30, 23 шт./м². Однако удобрения улучшая рост и развитие культурных растений, увеличивали и воздушно-сухую массу сорняков. Так,

от внесения расчетных норм удобрений на 4,0 т/га воздушно-сухая масса сорняков по отвальной вспашке составила 41,5 г/м², или больше чем на фоне без внесения удобрений на 19,4 г/м², по безотвальной обработке 54,9 (больше на 26,1) и по плоскорезной обработке – 66,8 (больше на 27,4). На фоне внесения NPK на 5,0 т/га воздушно-сухая масса сорняков увеличивалась, и превышение по сравнению с фоном без удобрений по вспашке составило 20,8 г/м², по безотвальной обработке – на 27,9 и по плоскорезной обработке – на 29,7.

В повышении урожайности зерновых культур немаловажное значение имеет распространность и развитие различных болезней. В результате заболевания нарушаются физиологические процессы, что приводит к замедлению роста, отмиранию отдельных тканей и органов и даже к гибели всего растения. У больных растений резко снижается урожайность и качество урожая.

Наибольшая пораженность растений корневыми гнилями во все фазы развития растений отмечалось в 2014 и 2016 гг. и это связано прежде всего с тем, что в мае и июне отмечалось недостаточное выпадение осадков. В среднем за 3 года наименьшая распространность и развитие корневой гнили на посевах озимой ржи отмечалась на вариантах отвальной вспашки, где распространение болезни в фазу кущения на фоне без удобрений составило 12 %, развитие 2,1 %. В фазе цветения – 34 и 8,9 % и в фазе восковой спелости – 52 и 21,6 % (таблица 1). Несколько выше пораженность растений отмечена по безотвальной обработке – 16 и 3,9, 38 и 12,7 и 63 и 27,9 % соответственно фазам развития растений. Максимальное поражение растений отмечалось на вариантах плоскорезной обработки, где распространение болезни по фазам развития составило 19, 43 и 69 %, развитие болезни – 4,3, 13,8 и 30,1 %.

Таблица 1 – Пораженность растений озимой ржи корневыми гнилями, %

Основная обработка почвы	Кущение		Цветение		Восковая спелость	
	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Без удобрений						
Отвальная	12	2,1	34	8,9	52	21,6
Безотвальная	16	3,9	38	12,7	63	27,9
Плоскорезная	19	4,3	43	13,8	69	30,1
NPK на 4,0 т/га						
Отвальная	10	1,8	28	7,6	46	15,8
Безотвальная	13	2,6	34	11,2	54	17,3
Плоскорезная	16	2,9	38	13,4	58	19,8
NPK на 5,0 т/га						
Отвальная	9	1,4	24	7,1	43	13,7
Безотвальная	10	2,1	31	10,8	51	15,4
Плоскорезная	13	2,5	34	12,7	54	17,1

Внесение расчетных норм удобрений NPK на 4,0 т/га снизило пораженность растений озимой ржи корневой гнилью по сравнению с фоном без удобрений в фазе кущения по вспашке – распространение на 2 %, развитие на 0,3 %; по безотвальной обработке – на 3 и 1,3 % и по плоскорезной обработке – на 3 и 1,4 % соответственно. На фоне внесения NPK на 5,0 т/га происходило еще большее снижение пораженности растений корневыми гнилями: по вспашке на 3 и 0,7 %, по безотвальной обработке – на 6 и 1,8 % и по плоскорезной обработке соответственно на 6 и 1,8 %.

К фазе цветения распространение и развитие корневой гнили на посевах озимой ржи повысилось на всех вариантах основной обработки почвы и фонах питания. Максимальное поражение растений отмечалось на фоне без удобрений по плоскорезной обработке и составило 43 и 13,8 %, минимальное – на фоне внесения расчетных норм минеральных удобрений на 5,0 т/га по отвальной вспашке составило 24 и 7,1 %.

К уборке по всем вариантам опыта установлено существенное повышение пораженности озимой ржи корневыми гнилями по сравнению с фазой кущения. На фоне без удобрений распространность болезни увеличилась: по вспашке в 4,3 раза, развитие – в 10,3 раза; при внесении удобрений на 4,0 т/га распространность увеличилась в 4,6 раз, развитие – в

8,8 раза, на фоне «NPK на 5,0 т/га» распространенность и развитие болезни увеличилось соответственно в 4,8 и 9,8 раза.

Применение плоскорезной и безотвальной обработок существенно повышало пораженность растений озимой ржи как в фазе цветения, так и в фазе полной спелости на всех фонах питания. Внесение сбалансированного минерального питания на 4,0 т/га, повышающего иммунитет растений, привело к снижению поражения растений корневой гнилью в фазе восковой спелости по вспашке на 6,0 %, по безотвальной обработке – на 9,0 % и по плоскорезной обработке – на 11,0 %. На фоне внесения NPK на 5,0 т/га пораженность растений корневой гнилью снизилась по сравнению с фоном без удобрений по вариантам обработки почвы на 9, 12 и 15 %.

Следовательно, применение отвальной основной обработки почвы с внесением расчетных доз минеральных удобрений на 4,0 и 5,0 т/га достоверно снизило поражение растений корневыми гнилями по сравнению с проведением плоскорезной и безотвальной основной обработки почвы и фоном без внесения удобрений.

Несмотря на слабую степень поражения растений в фазу выхода озимой ржи мучнистой росой, септориозом и средней бурой ржавчиной просматривается положительное влияние внесенных удобрений, особенно на вариантах применения отвальной вспашки (таблица 2). К фазе колошения озимой ржи произошло увеличение пораженности растений листостебельными микозами. Так, на фоне без удобрений в фазе колошения по отвальной вспашке мучнистой росой было поражено 5,3 % растений, по безотвальной обработке – 6,1 %, по плоскорезной обработке – 6,9 %. бурой ржавчиной – 14,6, 16,1 и 17,8 % и септориозом – соответственно 4,7, 6,6 и 8,2 %. От внесения расчетных норм минеральных удобрений на 4,0 т/га произошло достоверное снижение пораженности растений мучнистой росой по вспашке, по сравнению с фоном без удобрений на 2,0 %, от внесения NPK на 5,0 т/га на 2,4 %, бурой ржавчиной – на 3,6 и 4,5 % и септориозом – на 1,6 и 2,5 % соответственно.

Таблица 2 – Пораженность растений озимой ржи листостебельными микозами, %

Основная обработка почвы	Мучнистая роса		Бурая ржавчина		Септориоз	
	Выход в трубку	Колошение	Выход в трубку	Колошение	Выход в трубку	Колошение
Без удобрений						
Отвальная	0,9	5,3	1,3	14,6	1,4	4,7
Безотвальная	1,2	6,1	1,5	16,1	1,9	6,6
Плоскорезная	1,3	6,9	1,9	17,8	2,1	8,2
NPK на 4,0 т/га						
Отвальная	0,8	3,3	0,9	11,0	0,9	3,1
Безотвальная	1,1	4,2	1,1	12,7	1,2	4,2
Плоскорезная	1,2	5,1	1,7	14,6	1,6	5,1
NPK на 5,0 т/га						
Отвальная	0,6	2,9	0,7	10,1	0,6	2,2
Безотвальная	0,8	3,7	0,9	11,4	0,9	2,9
Плоскорезная	1,1	4,1	1,3	13,7	1,2	3,4

Максимальное поражение растений листостебельными болезнями на всех фонах питания отмечалось при плоскорезной обработке почвы. В фазе колошения озимой ржи на фоне без удобрений мучнистой росой было поражено 6,9 % растений, или больше чем по вспашке в 1,3 раза, на фоне внесения минеральных удобрений на 4,0 т/га – 5,1 % (больше в 1,5 раза) и на фоне «NPK на 5,0 т/га» – 4,1 % (больше в 1,4 раза). Аналогичное увеличение пораженности растений происходило при поверхностной обработке почвы по всем фонам питания, бурой ржавчиной – в 1,2, 1,3 и 1,4 раза, септориозом – в 1,7, 1,6 и 1,5 раза соответственно фонам питания.

Из выше изложенного можно сделать следующие выводы:

1) плоскорезная обработка почвы приводила к увеличению засоренности посевов и накоплению воздушно-сухой массы сорняков, повышению пораженности растений корне-

выми гнилями и листостебельными болезнями по сравнению с отвальной вспашкой и безотвальным рыхлением;

2) внесенные расчетные дозы минеральных удобрений улучшали рост и развитие растений озимой ржи, тем самым способствовали снижению пораженности растений болезнями на всех вариантах основной обработки почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпович К. И. Влияние системы удобрений при ресурсосберегающих способах обработки почвы на продуктивность озимой пшеницы в черноземной лесостепи Поволжья / К. И. Карпович // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2008. – № 2(7). – С. 39–41.

2. Малявко Г. П. Влияние основной обработки почвы, систем удобрений и средств в защиты растений на фитосанитарные состояние посевов и урожайность озимой ржи / Г. П. Малявко, М. П. Наумова // Вестник Брянской ГСХА. – 2009. – №1. – С. 69–74.

3. Панкова И. В. Агроэкологическая роль систем основной обработки почвы в борьбе с сорняками в звене севооборота с сидеральным паром / И. В. Панкова, С. В. Шайкин // Главный агроном. – 2007. – № 9. – С. 14–16.

4. Усанова З. И. Сравнительная продуктивность озимых зерновых культур (ржи, пшеницы, тритикале) в посевах разной густоты / З. И. Усанова, Ю. Ю. Стоганова // Главный агроном. – 2007. – № 2. – С. 19–20.

5. Чулкина В. А. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири / В. А. Чулкина, Н. М. Коняева, Т. Т. Кузнецова // М. : Россельхозиздат. – 1987. – 254 с.

УДК 551.4

РОЛЬ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ И ОКЕАНИЧНОСТИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ИНТРОДУЦИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Скрыльник Геннадий Петрович, кандидат географических наук, доцент, ФГБУ ФАНО Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, *Россия, г. Владивосток, skrylnik@tig.dvo.ru*

Выполнена оценка континентальности и океаничности на континентальном уровне при помощи климатограмм (климограмм) и на региональном – в ходе факторного анализа. Приведена схема энергетических обстановок континентальности и океаничности, позволяющая определить фактическую принадлежность к ним территорий, выбранных для интродукции растений. Предложена схема бесконфликтных типов и вариантов интродуцирования сельскохозяйственных культур на юге Дальнего Востока.

Ключевые слова: климат, климатограммы, континентальность, океаничность, интродукция растений.

THE ROLE OF CONTINENTALITY AND OCEANITY IN THE DETERMINATION OF THE OPTIMAL VARIANTS OF INTRODUCTION OF AGRICULTURAL PLANTS

Skrylnik G. P.

The estimation of continentality and oceanity has been carried out at the continental level with using the climatograms (climograms) and at the regional level with factor analysis. We present the scheme of energy situations of continentality and oceanity, which enables us to determine the actual belonging of territories, selected for the plant introduction, to them. The scheme of conflict-free types and variants of agricultural plant introduction in the south of the Russian Far East has been proposed.

Keywords: climate, climatograms, continentality, oceanity, plant introduction.

Введение. Интенсификация сельскохозяйственного производства, особенно во время применения к России санкций со стороны ряда западных стран, требует непреложного учета фактора места. Здесь понимается учет планового развития сельского хозяйства по его без-

конфликтному встраиванию в определенные физико-географические обстановки, особенно в энергетически разнородные – континентальные и (или) океанические.

Цель исследования – выявить факторное влияние континентальности (К) и океаничности (О) с учетом безконфликтных ситуаций, на оптимальное интродуцирование сельскохозяйственных культур в конкретные обстановки. Главные признаки К и О – аридность и гумидность соответственно.

Материал и методы исследования. Результаты исследований автора [1 и др.] и фоновые материалы. Методы – сравнительно-географический, информационный, климограмм, математические.

Результаты и их обсуждение. Взаимодействия континента и океана в их контактной зоне на юге российского Дальнего Востока сказываются через муссонную циркуляцию воздушных масс: континентальных зимой и океанических летом. Мощность муссона составляет в среднем 2 км. На общегодовом фоне западного переноса муссонный поток зимой усиливает везде континентальные обстановки природных процессов, а летом, хотя и ослабленно, проникает далеко вглубь континента, но господство океанических обстановок обеспечивается лишь в пределах островных территорий и мегаберегов из-за эффекта локальных фронтов.

Отличительные признаки в области преобладающей К: резкие колебания температуры воздуха и деятельной поверхности на фоне недостаточного и изменчивого год от года увлажнения; малые запасы влаги в деятельном слое и лимитированное ее испарение; а в области преобладающей О: резкие колебания высоких сумм атмосферных осадков на фоне избыточного и изменчивого год от года увлажнения; почво-грунты чаще переувлажнены.

В ходе климатографического анализа количественная оценка обычно производится только для континентальности климата, а океаничность климата оценивается лишь на качественном уровне. Для первой оценки используются отдельные коэффициенты [2]. Предлагаемые нами приемы и климограммы окажут помощь в раздельной и комплексной характеристике взаимоотношений К и О конкретных мест.

Области региональных обстановок К и О в Приморье (по данным наших исследований и метеоданных по 92 станциям) оконтуриваются максимумами среднемесячных температур воздуха: 1) преобладающей летней К – в его континентальной части (между государственной границей и водоразделом хр. Сихотэ-Алинь; м/ст Арсеньев, 1955 г.) – в июле температурами, равными 27,8 °С; 2) преобладающей О (в пределах Япономорского мегаберега; м/ст Владивосток, порт; 1955 г.) – в августе температурами, равными 26,1 °С.

Общая континентальность и океаничность на континентальном уровне нами оценена на основе анализа климограмм Дальнего Востока (по 455 м/ст).

Результирующие климограмм по своему наклону свидетельствуют о принадлежности в целом к континентальным обстановкам (при их наклонах от вертикали менее 45°) или к океаническим условиям (при наклонах более 45°). Длины этих результирующих климограмм обратно пропорциональны степени К или прямо пропорциональны степени О (чем меньше их длина, тем больше степень К и меньше О, и наоборот – чем больше их длина, тем меньше К и больше О). В результате выделяются следующим энергетические обстановки:

от 0° до 20° (редко до 25-26°) – собственно континентальные (К);

от 20° до 45° – океанически-континентальные (О-К);

от 45° до 75° – континентально-океанические (К-О);

от 75° до 90° – собственно океанические (О).

Таким образом, характерное проявление К или О происходит в зависимости от расположения объектов на конкретных уровнях организации ГО [1] – глобальном и близкого к нему континентальном – выявляемых нами по климограммам; региональном и близкого к нему локальном, определяемых по максимумам среднемесячных температур воздуха.

Ниже, для примера, приведены климограммы (условные обозначения: L – длина результирующей, мм; α – угол ее отклонения в ° от вертикали):

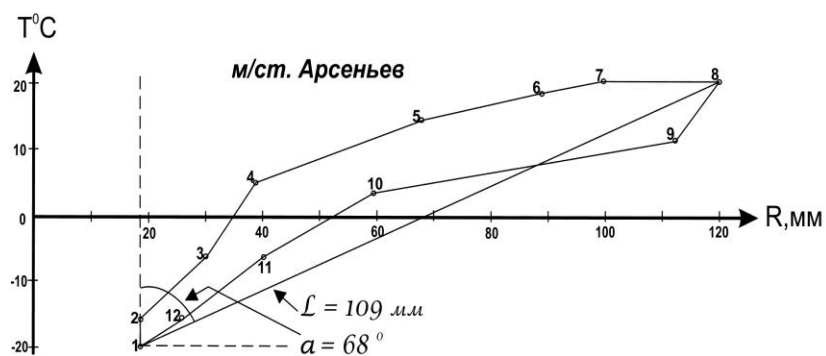


Рисунок 1 – Континентально-океанический (К-О) район юга Приморья.

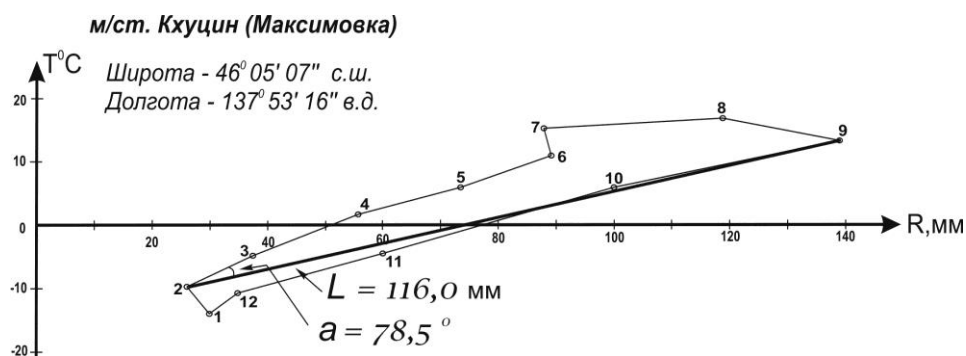


Рисунок 2 – Собственно океанический район (О) северного Приморья.

Приведенные климограммы определяют принадлежность обозначенных территорий к обстановкам преобладающей К или О. Нормы районирования сельскохозяйственных культур для выполнения безконфликтных ситуаций должны быть в пределах рамок отличительных признаков К или О. Эти признаки, длина и наклон результирующих климограмм, общий фон термо-влажностных условия – основа успешной интродукции растений, которые органично входят в естественные обстановки ГС. В итоге обозначаются высокие уровни оптимизации сельского хозяйства.

Исходя из этого, по нашему мнению, метод климограмм может быть признан тематически универсальным.

Исходя из вышеизложенного можно выбрать безконфликтные типы и варианты интродуцирования сельскохозяйственных культур, наполнив его таким содержанием:

1. Соотнести предметно выбранную обстановку и обозначить ее с фактором места, т.е. определить территориальную принадлежность.

2. Выбрать соответствующие отличительные признаки К или О.

3. Вычислить климограмму этого места с выделением ее характеристик (длины и наклона результирующих и других).

4. Оценить полноту собранной информации и провести целенаправленный ее анализ с целью целевого соответствия: а) оптимальных термо-влажностных пределов для требуемых мероприятий; б) климограмм и отличительных признаков К и (или) О по безконфликтности интродуцирования с/х культур.

5. Подготовить Заключение по внедрению сельскохозяйственных культур, не противоречащее всем вышеуказанным пунктам (см. п. 1–5). В случае обнаружения возможных рисков и несоответствий принять меры по их устранению.

6. Передать откорректированное Заключение по интродуцированию сельскохозяйственных культур Заказчику для практического внедрения с использованием уже проверенных и одобренных по эффективности специальных методик.

Заключение. Таким образом, введение в практику сельского хозяйства интродуцированных видов растений предметно обосновывается с учетом преобладающей К и (или) О и минимизации возможных климатических рисков. Рисковое земледелие характерно только для тех областей, которым присуще резкое чередование показателей К и О. При таком подходе целенаправленная интродукция (введение в культуру новых видов и форм) согласуется с требованиями устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скрыльник Г. П. Основные уровни общей организации и устойчивость геосистем Земли / Г. П. Скрыльник // Самоорганизация и динамика геоморфосистем : Материалы XXV11 Пленума Геоморф. Комиссии РАН. – Томск : изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2003. – С. 72–73.

2. Хромов С. П. Метеорологический словарь / С. П. Хромов, Л. И. Мамонтова. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 568 с.

УДК 576.895.132:595.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАРАЖЕНИЕ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА ЭНТОМОПАТОГЕННОЙ НЕМАТОДОЙ *STEINERNEMA FELTIAE* В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Рубцова Людмила Евгеньевна кандидат биологических наук, Институт зоологии Национальной Академии Наук Азербайджана, Азербайджан, Баку, rubtsova_l@mail.ru

Энтомопатогенная нематода *S. feltiae* при дозах внесения 600–800–1000 экз./мл в лабораторных условиях способна вызывать смертность у 71–81,2–93 % личинок колорадского жука при степени эффективности 69,67–81,1–92,6 % соответственно дозе заражения. Обсуждаются перспективы использования ЭПН в биоконтроле.

Ключевые слова: энтомопатогенная нематода, колорадский жук, биологический контроль, вредитель.

EXPERIMENTAL INFECTION OF THE COLORADO POTATO BEETLE WITH ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE *STEINERNEMA FELTIAE* WITHIN LABORATORY CONDITIONS IN AZERBAIJAN

Rubtsova L. E.

Entomopathogen nematode *S. feltiae* at doses of 600–800–1000/ml within the laboratory conditions can cause mortality of 71–81,2–93 % Colorado potato beetle larvae with the degree of efficiency about 69,67–81,1–92,6 % in accordance with the dose of infection. Prospects of EPN usage in biocontrol is discussed at the moment.

Key words: entomopathogenic nematode, Colorado potato beetle, biological control, pest.

Применение ядохимикатов для борьбы с насекомыми-вредителями может оказать влияние на осуществление прав человека на качественное питание и право на здоровье. Право человека на питание и здоровье обязывает государство применять защитные меры и требования для обеспечения безопасности пищевых продуктов [14]. Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) остаётся основным вредителем картофеля, несмотря на применяемые к нему химические методы защиты. Проведённое в США исследование резистентности колорадского жука к никотиноидам показало, что применение имидаклоприда выработало у жука перекрёстную резистентность к восьми другим никотиноидам, которые никогда против него не применялись [8]. Реверсия резистентности у *L. decemlineata* к инсектицидам наступает уже через несколько лет после замены их на препараты других химических классов и иного механизма воздействия.

Колорадский жук питается и другими растениями из семейства паслёновых: белладонна, вонючий паслён, дурман обыкновенный, паслён колючий, паслён чёрный, паслён рогатый, болгарский перец, томаты [5]. Являясь насекомым-дефолиатором, жук демонстрирует

способность корректировать диапазон растений-прокормителей, относящихся к паслёновым. В Азербайджане колорадский жук наносит сильный ущерб и растениям баклажанов. Мне также неоднократно приходилось снимать имаго жуков с крапивы и вьюнка полевого *Convolvulus arvensis* L., но при помещении в кювету с листьями названных растений жук ими не питался.

К перспективным агентам биоконтроля за насекомыми - вредителями относятся энтомопатогенные нематоды (ЭПН) из родов *Steinernema* и *Heterorhabditis*. Они имеют неоспоримые преимущества перед средствами химической защиты растений. ЭПН не наносят вреда окружающей среде, сохраняются в почве, погибшие от нематод насекомые служат дополнительным резервуаром ЭПН в почве, у насекомых не возникает резистентности к нематодам.

Инвазионной является личинка нематод 3-го возраста, которая проникает в насекомое через рот, анус, дыхальца и между сегментами. Проникнув в гемоцель насекомого, ЭПН выпускают симбиотические бактерии, которые стремительно размножаются и приводят насекомое к смерти. Затем нематоды дают 2–3 генерации; исчерпав пищевые запасы мертвого насекомого, они мигрируют в почву в поиске нового хозяина [6, 7]. Нематоды р. *Steinernema* несут в своём кишечнике бактерий р. *Xenorhabdus*. Нематодо-бактериальная связь является классическим примером мутуализма [12]. К 2015 г. было описано и зарегистрировано 88 видов ЭПН, относящихся к роду *Steinernema*, принятыми к коммерческому производству являются 8 видов, к которым относится и *S. feltiae* [10]. Помимо положительного хемотаксиса на выделения насекомых, ЭПН способны улавливать вибрацию тела насекомого в почве при его двигательной активности и мигрировать в направлении этой вибрации. Эволюция снабдила ЭПН всеми возможными приспособлениями для поиска и поражения хозяина [13].

Мы провели заражение личинок колорадского жука, собранных в Исмаиллинском районе, село Ивановка (высота над у.м. 804 м), Азербайджан. Предварительно из общего количества насекомых было спонтанно взято 90 личинок *L. desемlineata*, которые обследовались на естественную зараженность гельминтами. Был получен отрицательный результат. В пластиковые перфорированные прозрачные контейнеры (с крышками) размером 17,5 × 10,5 см были помещены листовые пластинки картофеля и личинки жука 3–4 возрастов по 30 шт. в кювету. Делалось 3 повторности на каждую испытываемую дозу нематод. В контроле участвовало кратное количество личинок жука. В каждую экспериментальную кювету было внесено по 15 мл суспензии нематод. Дозировка составила 600–800–1000 экз./мл. В контрольные кюветы вносилось по 15 мл отфильтрованной, водопроводной воды. Суспензия и вода вносились при помощи распылителя. Погибшими от нематод считались насекомые, у которых при вскрытии обнаруживались живые нематоды. Наблюдение проводилось в течении 7 дн, после опрыскивания нематодами. Погибшие в экспериментальных кюветах личинки жуков вскрывались на 4-й после наступления смерти день. После окончания эксперимента все оставшиеся живыми опытные и контрольные насекомые вскрывались. Процент смертности и степень эффективности рассчитывались по общепринятой формуле Эббота [4].

Независимо от дозы заражения первые погибшие жуки появлялись на второй день после внесения нематод и пик смертности приходился на третий день. Смертность и степень эффективности при экспериментальном заражении суспензией нематод различной концентрации составили 71 и 69,67, 81,2 и 81,1, 93 и 92,6 % соответственно дозе заражения. Таким образом мы видим, что при увеличении дозировки нематод процент смертности личинок жука увеличивается. При вскрытии погибших экспериментальных насекомых было обнаружено, что проникшие нематоды находятся на разной стадии развития. Наряду с живыми половозрелыми самками и самцами в погибших насекомых было и дочернее поколение, при этом также обнаружены мёртвые личинки нематод и мёртвые нематоды, находящиеся на половозрелой стадии развития. Нематоды не были обнаружены в мёртвых контрольных личинках жука.

Колорадский жук наименее восприимчив к заражению ЭПН, чем другие многочисленные виды насекомых. Этим и объясняется высокая дозировка нематод. Ранее мы проводили заражение личинок и имаго колорадского жука нематодами *S. carpocapsae* и *Heterorhabditis*

bacteriophora [1, 2, 3]. Уже на первоначальном этапе заражения вступают в действие естественные факторы, препятствующие инфицированию, одним из них являются экскременты колорадского жука, которые отталкивают нематод, а также мешают развитию уже попавших в кишечник [11]. У жука, заражённого ЭПН, происходит структурное изменение гемолимфы, вокруг нематод происходит скопление гемоцитов, что в дальнейшем приводит к инкапсуляции личинок нематод, но доля инкапсулированных личинок уменьшается с увеличением дозы заражения [9].

В литературе встречаются противоречивые данные лабораторных и полевых экспериментах о проценте смертности *L. decemlineata* при заражении и дальнейшем развитии в нём нематод. Возможно, это связано не только с дозой и условиями заражения, но и с физиологическим состоянием и биохимическими изменениями, характерными для возрастной стадии развития колорадского жука. Возможно также, что и внутри возрастной стадии, имеющей определённый период, изменяющаяся биохимическая среда влияет на жизнедеятельность нематод.

Анализ литературных данных и результаты наших экспериментов говорят о высоком потенциале ЭПН в биологическом контроле над распространением колорадского жука. Для обеспечения реального контроля требуются разработки технологий, учитывающих необходимость повторных обработок, регулирования дозы нематод, обеспечения влажности почвы, сроков внесения нематод в почву или опрыскивания ими листы. Все это также должно сочетаться с агрометеоусловиями конкретного региона. Игнорирование какого либо условия может привести к дискредитации самого биологического метода контроля над насекомыми-вредителями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубцова Л. Е. Экспериментальное заражение двух видов жесткокрылых (Coleoptera: Chrysomelidae; Buprestidae) энтомопатогенной нематодой *Steinernema carpocapsae* Weiser (Nematoda: Steinernematidae / Л. Е. Рубцова // Кавк. Энтномол. Бюл. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 113–117. Ростов – Москва.
2. Рубцова Л. Е. Сравнительное изучение патогенности двух штаммов нематоды *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) («agrios» и DD-136) при заражении личинок колорадского жука в лабораторных условиях / Л. Е. Рубцова // Az. zool. cəmiyyəti II qurultayın materialları. – 2008. – С. 358–362.
3. Рубцова Л. Е. Изучение восприимчивости личинок колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say к энтомопатогенной нематоды *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1975 / Л. Е. Рубцова // Кавк. Энтномол. Бюл. – 2009. – Т. 5. – № 1. – С. 133–136. Ростов – Москва.
4. Abbot W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticides // J. of Econ. Entomol., 1925, 18, 265 – 267.
5. Capinera J. L. Handbook of Vegetable Pests. //Academic Press, 2001. SanDiego, USA.729 pp.
6. Forst S., Clarke D. Bacteria-nematode symbiosis. //In: Gaugler R, editor. Entomopathogenic nematology. New York: CABI. 2002: 57–77.
7. Joyce S. A., Lango L., Clarke D. J. The regulation of secondary metabolism and mutualism in the insect pathogenic bacterium *Photorhabdus luminescens* // In Allen Laskin, Geoffrey Gadd, Sima Sariaslani, editors: Advances in Applied Microbiology, 2011, 76: 1–25. DOI: 10.1016/B978-0-12-387048-3.00001-5
8. Mota-Sanchez D., Hollingworth R., Grafius E., Moyer D. Resistance and cross-resistance to neonicotinoid insecticides and spinosad in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) // Pest Manag Sci, 2006, 62: 30–37. DOI: 10.1002/ps.1120.
9. Seryczyńska H. 1974. Changes in the ultrastructure of haemolymph cells of *Leptinotarsa decemlineata* Say due to the effect of the nematodes *Neoaplectana carpocapsae* Weiser // Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. boil. T. 22 No 7/8. P. 503–505.

10. Shapiro-Ilan D., Richou Han, Xuehong Qiu, Juan A. Morales-Ramos, M. Guadalupe Rojas. Mass-production of entomopathogenic nematodes // Conference: Entomol. Soc. of Am. Ann. Meet. 2013. DOI: 10.1016/B978-0-12-391453-8.00010-8.
11. Stewart J. G., Boiteau G., Kimpinski J. 1998. Management of late season adults of Colorado potato beetle with entomopathogenic nematodes // The Can. Ent. 130(4): 509–514. DOI: 10.4039/Ent130509-4
12. Thomas G. M., Poinar G. O., Jr. Xenorhabdus gen. nov., a Genus of Entomopathogenic, Nematophilic Bacteria of the Family Enterobacteriaceae // Int. J. of Syst. Bact., 1979, 29,(4): 352–360. DOI: 10.1099/00207713-29-4-352
13. Torr P., Heritage S., Wilson M. J. Vibrations as a novel signal for host location by parasitic nematodes // Int. J. Parasitol., 2004, 34: 997–999. DOI: 10.1016/j.ijpara.2004.05.003
14. United Nations General Assembly. Human Rights Council. Report of the special rapporteur on the right to food // Thirty-fourth session, 2017, Agenda item 3: 1–24.

УДК 595.762.12:591.5+591.9 (234.9)

АБОРИГЕННЫЕ ЭНТОМОФАГИ СЕМЕЙСТВА ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО И ОТКРЫТОГО ГРУНТА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БОРЬБЕ С ВРЕДИТЕЛЯМИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Хомицкий Евгений Евгеньевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар, eugeneexe@mail.ru*
Замотайлов Александр Сергеевич, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар, eugeneexe@mail.ru*
Белый Александр Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар, eugeneexe@mail.ru*

Анализируются результаты многолетних исследований жуужелиц в Краснодарском крае и обсуждаются перспективы использования этих энтомофагов в защищенном и открытом грунте.

Ключевые слова: жуужелицы, агроландшафты, защищенный и открытый грунт, органическое земледелие, аттрактивные полосы

ABORIGINAL GROUND BEETLE ENTOMOPHAGES (COLEOPTERA, CARABIDAE) OF THE CONSERVATORY AND UNPROTECTED AGRICULTURAL AREAS AND PROSPECTS OF THEIR USE IN PEST CONTROL

Khomitskiy E. E., Zamotajlov A. S., Belyi A. I.

Results of the long-term researches of carabid beetles of Krasnodar Territory are analyzed, perspectives of use of these predators in conservatory and unprotected areas are discussed.

Key words: ground beetles, agrarian landscapes, conservatory and unprotected agricultural areas, organic farming, attractive stripes

В последнее время на Кубани все большее развитие получает органическое земледелие, которое фактически исключает обработку посевов синтетическими пестицидами и стимулирует развитие эколого-биологических методов подавления вредных организмов. В частности, перспективными биоагентами являются аборигенные жесткокрылые семейства жуужелиц, которые обладают большим видовым разнообразием, высокой численностью и прожорливостью [4] и способны истреблять широкий спектр беспозвоночных организмов. Во многих публикациях описываются различные аспекты фаунистики и биоэкологии жуужелиц агроландшафтов [9, 12, 13 и др.], однако эти данные рознятся для различных природных зон и

регионов, что требует проведения исследований в каждом из них, в полной мере это относится и к Краснодарскому краю.

Авторами выявлены в крае наиболее привлекательные для жужелиц агроценозы [1], отмечена положительная реакция жужелиц на внесение органических удобрений и использование залужения в междурядьях [6], определены виды, способные жить в условиях защищенного грунта [7]. Также проведен анализ многолетних изменений структуры комплексов, экологических групп [2], их жизненных форм [10] и жизненных циклов. За последние десятилетия произошла колоссальная трансформация видовой структуры комплексов жужелиц вследствие изменившихся абиотических условий, что подтверждается сравнением жизненных циклов [5] ряда видов в разные периоды исследований [3]. Отмечена также круглогодичная активность жужелиц в Краснодарском крае [8].

На основе вышеизложенного были разработаны и предложены методы привлечения и использования комплекса жужелиц для защиты сельскохозяйственных культур в защищенном и открытом грунте.

Открытый грунт. Технология биологической защиты основана на аттрактивных посевах. Рекомендуется высев основной культуры в виде полос шириной 30 м, ширина лимитируется тем условием, что миграционная активность жужелиц от полос с дикими или многолетними бобовыми травами при ширине более 30 м начинает значительно снижаться [9, 11]. Для увеличения ширины полос возделываемой культуры нами предложено поместить полосы многолетних бобовых трав по обеим сторонам основной полосы возделываемой культуры. Ширина полосы с бобовыми многолетними травами составляет 15–30 м. В течение вегетации бобовых трав проводится укосы, количество которых зависит от темпов отрастания данной культуры и конкретных условий, сложившиеся за сезон (осадки, температура). Высота среза не должна быть очень низкой, иначе миграционная способность жужелиц снизится. Многолетние травы возделываются на одном месте в течение 2–3 лет в зависимости от культуры (эспарцет, люцерна, клевер).

В Краснодарском крае выделены три зоны земледелия: Северная, Центральная и Предгорная. В них высеваются различные многолетние бобовые травы, в Северной зоне преимущественно эспарцет, в Центральной – люцерна, в Предгорной – клевер. В течение 2–3 лет можно воздевать основную культуру на основной полосе, далее основная полоса засеивается теми же многолетними бобовыми травами, которые возделывались на боковых полосах. Боковые полосы, в свою очередь, засеиваются основными возделываемыми культурами. В описанной технологии предусмотрены также полосы из диких аборигенных трав (аккумулятивные полосы), которые высеваются или восстанавливаются из естественного банка семян на поворотных полосах и вдоль обочин дорог. По имеющимся данным такие полосы служат местами перезимовки комплекса жужелиц, поэтому на них не должно оказываться интенсивное технологическое воздействие, такое как вспашка, кошение или обработки пестицидами.

Главным плюсом данной технологии является снижение численности вредителей ниже порогов вредности с минимальным использованием специализированной техники, наблюдается эффект возобновления плодородия почвы, снижается кратность обработок инсектицидами. К тому же дикие травы являются нектароносами, чем привлекают большое количество других хищников, паразитов и паразитоидов из перепончатокрылых насекомых [9] и опылителей. Безусловно, помимо жужелиц, существуют и другие естественные энтомофаги, такие как стафилины (*Staphylinidae*), сетчатокрылые (*Neuroptera*), двукрылые (*Diptera*) – личинки ктырей (*Asilidae*) и пауки (*Araneae*), они требуют дополнительного изучения, так как тоже могут привлекаться аттрактивными посевами.

Защищенный грунт. Описываемый способ основывается на переносе из естественных станций некоторых видов жужелиц, способных выживать в условиях защищенного грунта. Так, например, в предгорной зоне Краснодарского края было выявлено 2 вида жужелиц (*Harpalus rufipes* Deg. и *Pterostichus anthracinus* Ill.), которые успешно развиваются и в условиях защищенного грунта, к тому же их активность отмечена тут раньше, чем в открытом грунте.

Указанные методы привлечения и использования хищных жуужелиц являются ландшафтно-адаптированными и не представляют полной альтернативы химическому методу и интегрированной защите растений в целом, они требуют постоянного мониторинга как энтомофагов, так и вредителей. В случае массового размножения фитофагов, безусловно, требуется применять химические средства защиты растений. Предлагаемые способы требуют продолжительного тестирования в условиях реального сельскохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белый А. И. Характеристика комплекса жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроландшафта центральной зоны Краснодарского края в начале XXI века. Сообщение 1. Сезонная динамика активности комплекса жуужелиц / А. И. Белый, А. С. Замотайлов, Е. Е. Хомицкий, И. А. Маркова // Тр. КубГАУ. – 2014. – 3 (48). – С. 35–49.
2. Бондаренко А. С. Аутэкология и миграционная активность массовых видов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) нагорной части Северо-Западного Кавказа: дис. ... канд. биол. наук / А. С. Бондаренко. – Краснодар : КГУ, 2013. – 292 с.
3. Замотайлов А. С. Характеристика комплекса жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроландшафта центральной зоны Краснодарского края в начале XXI века. 2. Многолетняя трансформация структуры и биоэкологических параметров / А. С. Замотайлов, Е. Е. Хомицкий, А. И. Белый // Тр. КубГАУ. – 2015. – 1 (52). – С. 103–113.
4. Крыжановский, О. Л. Жуки подотряда Adephaga: семейства Rhysodidae, Trachypachidae; семейство Carabidae (вводная часть, обзор фауны СССР) / О. Л. Крыжановский // Фауна СССР. Жесткокрылые. – Т. 1. – Вып. 2. – Л. : Наука, 1983. – 341 с.
5. Маталин А. В. Жизненные циклы жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Западной Палеарктики: дис. ... д-ра биол. наук / А. В. Маталин. – М. : МПГУ, 2011. – 549 с.
6. Хомицкий Е. Е. Аттрактивность элементов органического земледелия для жуков-жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в условиях предгорной зоны Краснодарского края / Е. Е. Хомицкий, А. С. Замотайлов, М. И. Шаповалов // Наука: комплексные проблемы. – 2015. – 1 (5). – С. 41–43.
7. Хомицкий Е. Е. Комплекс жуужелиц (Insecta, Coleoptera, Carabidae) защищенного грунта в условиях предгорной зоны Краснодарского края / Е. Е. Хомицкий, А. С. Замотайлов, А. И. Белый // Экология: рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности : Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (19–22 октября, 2017). Ч. 1. – Майкоп : Из-во АГУ, 2017. – 202 с.
8. Хомицкий Е. Е. К изучению фауны жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) предгорной зоны Краснодарского края в зимний период / Е. Е. Хомицкий, А. С. Замотайлов, А. И. Белый // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам XI Всерос. конф. молодых ученых (29–30 ноября 2017 г.) / отв. за вып. А. Г. Коцаев. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 216–217.
9. Чернышев В. Б. Сельскохозяйственная энтомология (экологические основы) : курс лекций. – М. : Изд-во Триумф, 2012. – 232 с.
10. Шарова И. Х. Жизненные формы жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) / И. Х. Шарова. – М. : Наука, 1981. – 360 с.
11. Barbosa P. A. Sown weed stripe: artificial ecological compensation areas as an important tool in conservation biological control / W. Nentwig, T. Frank, and C. Lethmayer // Conservation Biological Control. – USA: Academic Press, 1998. – P. 133–153.
12. Holland J. M. Carabids as indicators within temperate arable farming systems: implications from SCARAB and LINK Integrated Farming Systems Projects / J. M. Holland, G. K. Frampton, P. J. Van den Brink // The agroecology of carabid beetles. – Andover: Intercept, 2002. – P. 251–277.
13. Thiele H.-U. Carabid beetles in their environment. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behavior. – Berlin: Springer-Verl., 1977. – 367 p.

МОНИТОРИНГ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ИНСЕКТИЦИДОВ В САДОВЫХ АГРОЦЕНОЗАХ ЮГА РОССИИ

Подгорная Марина Ефимовна, кандидат биологических наук, зав. лаборатории защиты плодовых и ягодных культур, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», *Россия*, г. Краснодар, plantprotecshion@yandex.ru

Чернов Василий В., аспирант, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», *Россия*, г. Краснодар, plantprotecshion@yandex.ru

В статье приводятся данные по содержанию фоновых загрязнителей садового агроценоза, к которым относятся инсектициды хлорорганического синтеза (сумма метаболитов ДДТ и изомеров ГХЦГ). Несмотря на то, что препараты этой группы запрещены к применению более 40 лет, они являются основными загрязнителями почвы садов яблони.

Ключевые слова: ксенобиотики, регламенты, остаточные количества, хлорорганические инсектициды.

MONITORING OF HLOROGANICHESKY INSECTICIDES IN GARDEN AGROTSENOZAKH OF THE SOUTH OF RUSSIA

Podgornaja M. E., Chernov V. V.

Data on the content of background pollutants of a garden agrotsenoz to which insecticides of organochlorine synthesis (the sum of metabolites of DDT and GHTsG isomers) belong are provided in article. In spite of the fact that medicines of this group are forbidden to application more than 40 years, they are the main pollutants of the soil of gardens of an apple-tree.

Keywords: xenobiotics, regulations, residual quantities, organochlorine insecticides.

Введение. Хлорорганические соединения представляют собой хлорпроизводные многоядерных углеводородов (ДДТ – 4,4 дихлордифенил-трихлорметилметан 4,4), циклопарафинов (ГХЦГ – гексахлорциклогексан) и др. Большинство из них плохо растворимы в воде и хорошо – в органических растворителях, в том числе жирах [1].

Важной отличительной особенностью большинства галоидопроизводных углеводородов является стойкость к воздействию различных факторов внешней среды (температура, инсоляция, влага и др.). Согласно гигиенической классификации ряд хлорорганических соединений относятся к очень стойким пестицидам. Летальная доза (ЛД₅₀) у ГХЦГ – 25–200 мг/кг, ДДТ – 200–500 мг/кг [2].

По предложению ООН в 1998 г. была принята конвенция в рамках программы по охране окружающей среды, ограничивающая торговлю опасными веществами и пестицидами типа ДДТ, ртутных соединений и органофосфатов, так как многочисленные исследования показали, что стойкие хлорорганические пестициды обнаруживаются почти во всех организмах, обитающих на суше и в воде. В новом международном договоре приняли участие 95 стран. Тогда же в перечень токсикантов, обязательных для контроля, были включены ГХЦГ и ДДТ, однако такие высокостабильные соединения, как гексахлорциклогексан и дихлордифенилтрихлорэтан фиксируются, на сегодняшний день как в почве, так и в сельскохозяйственной продукции [3].

Для ХОС существуют жесткие санитарно-гигиенические нормативы, их остаточные количества строго регламентируются. Значимость проблемы фоновых остатков ещё более возрастает в связи с отменой в феврале 2010 г. (ГН 1.2.2701-10) обязательной сертификации и введение в действие новых гигиенических нормативов в связи с образованием Единого Таможенного Союза (ТР ТС 021/2011), где прописано, что основными загрязнителями продукции сельского хозяйства являются метаболиты ДДТ и изомеры ГХЦГ. Несмотря на то, что использование ХОС запрещено еще в 70-е годы, когда массовое применения хлорорганики стало причиной появления дисбаланса в окружающей среде и возникновения экологической

катастрофы, данные экологического мониторинга показывают, что основными загрязнителями окружающей среды являются ХОС [4].

Материалы и методы исследований. С 1991 г. в центре защиты плодовых и ягодных растений СКФНЦСВВ ведутся наблюдения за фоновым загрязнением садовых агроценозов хлорорганическими инсектицидами. Отбор образцов почвы в садах яблони и косточковых культур ежегодно осуществлялся два раза за сезон: перед началом обработок и в период съема урожая. Образцы для проведения исследований отбираются в соответствии с «Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов».

Определение остаточных количеств ХОС проводится в аккредитованной испытательной токсикологической лаборатории СКФНЦСВВ. Метод по определению хлорорганических пестицидов основан на извлечении анализируемых соединений из растительного материала н-гексаном, очистке полученного экстракта концентрированной серной кислотой и определении с помощью газожидкостной хроматографии на хроматографе «Цвет-500М», оснащенном компьютерной программой «Хромос».

Результаты исследований и их обсуждение. Наблюдения за уровнем загрязнения ХОС в почве и плодах яблони проводится в двух зонах Краснодарского края: черноморской и центральной. Анализ полученных результатов выявил, что в 100 % отобранных образцов почвы яблоневого сада было отмечено наличие остаточных количеств ГХЦГ и ДДТ. Их концентрация колебалась в пределах 0,003–0,026 мг/кг, что ниже ПДК в 33–4 раза.

Наблюдение за наличием метаболитов ДДТ и изомеров ГХЦГ в плодах яблони показали, что остатки ксенобиотиков фиксируются в 82–84 % отобранных образцов в количествах, не превышающих гигиенические регламенты (0,021–0,003 мг/кг). Не было установлено существенной разницы по количественному показателю между зонами садоводства края [5].

В предыдущие годы в центре защиты было проведено обследование на загрязненность ХОС открытых водоемов рек Кочеты, Пшада, Вулан, Джубга и акватории Черного моря. Результаты анализов показали, что остатки поллютантов присутствовали во всех проанализированных образцах воды. Наименьшая их концентрация наблюдалась в акватории Черного моря. В 2001–2010 гг. содержание составляло 0,006–0,004 мг/л, с 2011 г. и до настоящего времени остатки ксенобиотиков в водах Черного моря в районе поселка Архипо-Осиповский фиксируются в виде «следов». С 2001 г. в реках как черноморской, так и центральной зоны края наблюдается стабильное содержание остаточных количеств как ДДТ, так и ГХЦГ (ниже установленных регламентов) во всех без исключения пробах воды, и с годами оно практически не изменяется [4].

При изучении миграции ХОС в почвах яблоневого сада выявлено, что основное количество ХОС находится в слое почвы 0–60 см. Существенной разницы между количественными показателями по содержанию ксенобиотиков в горизонтах почвы 0–20 см, 20–40 см и 40–60 см не выявлено. Остатки токсикантов фиксируются в количествах в 20–100 раз ниже ПДК.

Таким образом, широкое и бессменное применение ХОС в прошлом привело к созданию обширных зон их длительного сохранения. Несмотря на то, что ХОС не применяются более 48 лет, их остаточные количества присутствуют в садовых агроценозах и до настоящего времени. Это подтверждает высокую стойкость препаратов группы ХОС. Однако полученные данные об особенностях динамики, миграции и длительности сохранения остатков ХОС свидетельствуют о том, что намечена тенденция к снижению уровня загрязненности этими токсикантами как почвы, так и открытых водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по пестицидам : Гигиена применения и токсикология. – Киев, 1986. – 432 с.
2. Мельников Н. Н. К вопросу о загрязнении почвы хлорорганическими соединениями / Н. Н. Мельников // Агрохимия. – 1996. – № 10. – С. 72–74.

3. Захаренко В. А. Пестициды в современном мире / В. А. Захаренко, Н. Н. Мельников // Агрохимия. – 1998. – № 1. – С. 100–108.
4. Подгорная М. Е. Контроль остаточных количеств инсектицидов, применяемых в системах защиты яблони : Монография / М. Е. Подгорная. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013 г. – 135 с.
5. Подгорная М. Е. Фоновая оценка уровня загрязнения садовых агроценозов Краснодарского края хлорорганическими инсектицидами / М. Е. Подгорная, Ю. М. Серова, Ю. М. Федоренко // Научная жизнь. – 2012. – № 3. – С. 52–57.

УДК: 633.16:631.5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ ЛИГНОГУМАТ НА ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ В ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЦЧЗ

Митрохина Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии». *Россия. г. Курск*

В статье приводятся результаты исследований препарата Лигногумат при листовой подкормке на посевах ячменя в условиях ЦЧЗ. Установлено, что применение данного гуминового удобрения увеличило прибавку урожайности на 4,2 ц/га в сравнении с контрольным вариантом. Увеличивались и качественные показатели зерна культуры.

Ключевые слова: ячмень, некорневая подкормка, ЦЧЗ, урожайность, Лигногумат, качество.

THE EFFECTIVENESS OF HUMIC FERTILIZER LIGNOHUMATE ON CROPS OF BARLEY IN THE FARMING LANDSCAPE OF CCZ

Mitrokhina O. A.

In article results of research of lignogumat in foliar feeding on crops of barley in the conditions of the CCZ. Established, the application of the humic fertilizer increased the yield increase by 4.2 t/ha compared to control variant. Increased and grain quality indicators of culture.

Key words: barley, foliar feeding, CCZ, yield, Lignohumate, quality.

Оптимальное питание растений достигается при комплексном сбалансированном сочетании всех сопутствующих факторов роста и развития растений. Любое отклонение от нормы в ту или другую сторону оказывает свое отрицательное влияние на конечный результат [1–3]. Одним из важных элементов технологического процесса выращивания зерновых культур, который оказывает влияние на повышение урожая и качество продукции растениеводства, является некорневая подкормка. Под некорневой обработкой понимают нанесение гербицида или удобрения на листовую поверхность растения. Некорневая обработка удобрением оказывает следующее действие: повышает устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды (переохлаждению, перегреву, недостатку и избытку света и влаги), повышает холодоустойчивость, жаростойкость и засухоустойчивость, усиливает иммунитет и сопротивляемость к заболеваниям, способствует накоплению белка и клейковины, повышает эффективность макроудобрений, способствует полному усвоению питательных веществ, повышает урожайность культур.

Лигногумат – высокоэффективное (безбалластное) гуминовое удобрение с микроэлементами в хелатной форме. Обладает свойствами стимулятора роста и антистрессанта. Препарат содержит не только характерные для многих промышленных аналогов высокомолекулярные фракции, но и целый ряд солей низкомолекулярных гуминовых компонентов, а также широкий набор макро и микроэлементов в усваиваемых для растений формах, что обеспечивает его высокую биологическую активность [2–3]. Гуминовые соединения, являясь физиологически активными веществами, регулируют и интенсифицируют обменные процессы в рас-

тениях и почве. Установлено, что гуминовые вещества не только увеличивают урожайность, массу плода и ускоряют сроки созревания, но и улучшают качество продукции, повышая содержание в ней сахаров, витаминов и уменьшая в 6–10 раз количество нитратов тяжелых металлов. Они не токсичны, не канцерогенны, не мутагенны [5]. Лигногумат обладает широким спектром действия на растения. Его свойства проявляются на всех основных сельскохозяйственных культурах. Отличительными особенностями Лигногумата от других препаратов является полная растворимость, следовательно, при опрыскивании не происходит «забивание» распылителей, сырье-Лигногумат (продукт переработки древесины), постоянство состава препарата, высокая концентрация действующего вещества (90 %), помимо гуминовых кислот (80–85 %), в состав препарата также входят и фульвовые кислоты (15–20 %). Благодаря более активному соединению фульвовых кислот и микроэлементов происходит ускорение их поглощения и лучшее усвоение; отмечено высокое содержание (более 3 %) серы в органической связанной форме. Лигногумат используется для комплексных обработок сельскохозяйственных растений, начиная с обработки посевного и посадочного материала и заканчивая последующей обработкой вегетирующих растений. Лигногумат усиливает действие удобрений и пестицидов, с которыми применяется. Для оптимизации затрат на обработку растений Лигногумат рекомендуется применять в составе баковых смесей со средствами защиты растений и растворимыми удобрениями в рамках запланированных обработок [2–4].

Был заложен полевой опыт для изучения влияния микроудобрения Лигногумат на яровой ячмень сорта Суздалец. Закладка демонстрационного опытного участка по изучению применения препарата Лигногумат производилась в Курской области на черноземах типичных среднесуглинистых. Посевы ячменя размещены по предшественнику подсолнечник. Сев производился в мае. Глубина высева 4 см. Норма высева – 302 кг/га.

Площадь опытного участка – 2 га. Фаза развития культуры – кущение, высота растений 16–17 см. Из сорной растительности на участке отмечались: хвощ полевой – 1,3 шт/м², вьюнок полевой – 9,0 шт/м². Растения-засорители – подсолнечник – 140,5 шт/м². Поражение ячменя болезнями на участке не отмечалось.

Обработку на опытном участке проводили препаратом Лигногумат (50 г/га) в баковой смеси с препаратами: Эстерон, 56,4 % КЭ – 0,5 л/га; Дианат, 48 % ВР – 0,1 л/га. Расход рабочей жидкости 200 л/га. Начало обработки в 18:00, температура воздуха 18,0 °С, Скорость ветра 10,0 м/с. Скорость движения опрыскивателя 5 км/ч. На контроле использовали следующую баковую смесь: Эстерон, 56,4 % КЭ – 0,5 л/га; Дианат, 48 % ВР – 0,1 л/га.

При проведении обследования на опытном участке высота растений была 27 см, что на 2 см больше чем на контроле. При дальнейших обследованиях высота растений на участках не отличалась.

При проведении предварительного учёта урожайности ячменя был использован метод пробных делянок. С опытных делянок были отобраны пробные снопы. При их обмолоте были получены следующие результаты. Урожайность ячменя на контрольном участке без обработки составила 29,05 ц/га на участке с обработкой удобрением Лигногумат – 33,26, прибавка урожая – 4,2 ц/га. Масса 1000 семян на участке без обработки составила 32,33 г, а на обработанном препаратом – 35,22 г. Крупность на удобренном варианте составила 65 %, на контроле 62 %, натура увеличилась на 48 г/л, выравненность на 4 %, содержание белка 0,5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунов Г. П. Изменение экологически значимых параметров чернозема типичного для озимой пшеницы в зависимости от экспозиций склона / Г. П. Глазунов, Г. М. Брескина, Т. И. Панкова // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов : Сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. – 2014. – С. 61–64.
2. Долгополова Н. В. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна посевов озимой пшеницы / Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 5. – С. 49–52.

3. Кшникаткина А. Н. Комплексные водорастворимые удобрения, регуляторы роста и бактериальные препараты в технологии возделывания яровой тритикале / А. Н. Кшникаткина // Земледелие. – 2017. – № 1. – С. 40–43.

4. Караулова Л. Н. Нитратонакопление и продуктивность севооборотов на склонах ЦЧЗ / Л. Н. Караулова, Е. П. Проценко // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 1. – С. 23–24.

5. Митрохина О. А. Влияние экспозиций склонов на особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы / О. А. Митрохина // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : Сб. докл. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В. В. Докучаева». – Курск, 2016 – С. 208–209.

УДК 631.547:631.82

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В БИОМАССЕ КУКУРУЗЫ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Караулова Людмила Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии», *Россия, Курск, karaulovaln@gmail.com*

В статье приводятся данные по содержанию элементов питания в наземной биомассе кукурузы в зависимости от сроков внесения комплексных минеральных удобрений и расположения поля в рельефе. По данным наблюдений отмечено, что содержание общего азота мало зависело от срока внесения минеральных удобрений, основное влияние оказало расположения поля в рельефе. На накопление общего фосфора и калия минеральные удобрения действовали незначительно, их влияние было значимым только в начале вегетации. Срок внесения удобрений существенного влияния не оказывал.

Ключевые слова: общий азота, общий фосфор, общий калий, элементы питания, биомасса кукурузы, экспозиция склона.

CONTENT OF ELEMENTS OF FOOD IN BIOMASS OF CORN IN ADAPTIVE-LANDSCAPE AGRICULTURE

Karaulova L. N.

The article contains data on the content of nutrients in terrestrial corn biomass, depending on the timing of the introduction of complex mineral fertilizers and the location of the field in the relief. According to observations, it was noted that the total nitrogen content depended little on the time of mineral fertilization, the main influence was on the field arrangement in the relief. On the accumulation of total phosphorus and potassium, mineral fertilizers acted insignificantly, their influence was significant only at the beginning of the growing season. The period of application of fertilizers did not exert any significant influence.

Key words: total nitrogen, total phosphorus, total potassium, nutrients, maize biomass, slope exposure.

Биологической особенностью кукурузы является очень медленный рост и развитие в начальный период вегетации, а следовательно, и вынос элементов питания в этот период идет незначительный. Однако это не означает, что растения кукурузы не нуждаются в минеральном питании, так как корневая система у кукурузы на этом этапе развита слабо. Растения плохо используют питательные вещества почвы, и основным источником питания становятся удобрения. Но внесение сложных минеральных удобрений с осени приводит к их вымыванию ниже корнеобитаемого слоя [1, 2]. Решение этого вопроса состоит в припосевном внесении удобрений.

Целью нашей работы являлось изучение влияния сроков внесения минеральных удобрений на накопление макроэлементов растениями кукурузы в склоновом рельефе.

Наши исследования проводились на базе стационарного многофакторного полевого опыта (МФПО) ФГБНУ ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, в Медвенском районе Курской области. Блок «плодородие», на котором проводились работы, расположен в про-

странстве на водораздельном плато и склонах южной и северной экспозиции с уклоном 3–5°. Почва опытного участка представлена черноземом типичным тяжелосуглинистым на покровном лессовидном суглинке.

Динамика поступления в растения кукурузы азота, фосфора и калия при разных условиях питания изучалась в следующих вариантах: 1) контроль – без внесения удобрений; 2) внесение минеральных удобрений в дозах $N_{180}P_{160}K_{180}$ кг/га с осени под основную обработку; 3) внесение минеральных удобрений в дозах $N_{180}P_{160}K_{180}$ кг/га весной. Наблюдения проводились на чернозёме типичном в четырёхпольном зернопаропропашном севообороте. Варианты опыта располагались на водораздельном плато, южном и северном склонах. Содержание общего азота, фосфора и калия определяли в воздушно-сухих растительных образцах после мокрого озоления по методу Кьельдаля, через каждые 14 дн после полных всходов и до уборки на зеленый корм.

Полученные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа. Для исследования были взяты два фактора: фактор экспозиции и фактор срока внесения удобрений.

На содержание азота в растениях основное влияние оказал фактор расположения поля в рельефе. В среднем за две вегетации растений кукурузы содержание общего азота в фазу 3–4 листьев колебалось от 4–4,02 на склонах до 4,85 % на водораздельном плато. В дальнейшем происходило постепенное снижение концентрации данного элемента. К моменту уборки (1–2 декада августа) содержание азота в наземной массе на северном склоне составляло 1,5 %, на водораздельном плато 1,22 и 1,72 % на склоне южной экспозиции. Если оценивать содержание данного элемента по уровням-параметрам, предложенным В. В. Церлинг [3], то во все периоды наблюдения концентрации азота были на высоком и оптимальном уровне. Срок внесения минеральных удобрений, для накопления растениями кукурузы азота существенного значения не имел. Надо отметить, что в годы проведения исследований (2001, 2013) складывались неблагоприятные метеорологические условия, которые могли оказать существенное влияние на поступление данного элемента в растения.

На содержание в надземной биомассе общего фосфора так же значительное влияние оказал фактор расположение поля в рельефе. Так, в начале вегетации содержание фосфора изменялось от 0,8 % в растениях кукурузы, расположенных на склонах, до 1,2 на водораздельном плато. Сроки внесения минеральных удобрений в этот период существенного влияния не оказали. Но уже в фазу 6–7 листьев в растениях кукурузы на удобренных вариантах отмечается рост концентрации общего фосфора. Так, на склоне северной экспозиции при осеннем внесении – удобрений содержание этого элемента увеличилось на 26,5 %, а при весеннем внесении на 32,5 % по сравнению с контрольным вариантом. На водораздельном плато на 5,6 и 2,8 % соответственно, а на склоне южной экспозиции на 3,8 % в обоих удобренных вариантах. В дальнейшем в течение вегетации содержание общего фосфора в растениях постепенно снижалось и различия между удобренными вариантами сглаживались. К фазе молочно-восковой спелости общего фосфора в растениях северного склона содержалось 0,40–0,42 %, на водораздельном плато 0,38–0,41 и на склоне южной экспозиции 0,50–0,56. Оценивая обеспеченность кукурузы фосфором по параметрам В. В. Церлинг, можно заключить, что во все фазы развития было его высокое содержание.

При анализе содержания общего калия были отмечены аналогичные тенденции, что и при накоплении общего фосфора. От фазы всходов до 3–4-го листа содержание калия во всех вариантах одинаково и составляло 3,2 %. В дальнейшем происходило увеличение его содержания до 4 % на контрольных вариантах северного склона и водораздельном плато и до 3,7–3,9 % на контрольном и удобренных вариантах. При дальнейшем росте содержание калия в растениях кукурузы снижалось, но оставалось высоким по критериям В. В. Церлинг.

Анализируя полученные результаты можно заключить, что на содержание элементов питания в растениях кукурузы наибольшее влияние оказал фактор экспозиция склона. Влияние минеральных удобрений было не столь значимым и сказалось на накоплении общего фосфора и калия только в начале вегетации. Срок внесения удобрений существенного влияния не оказывал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Караулова Л. Н. Динамика содержания элементов питания в растениях кукурузы / Л. Н. Караулова // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции (5–26 июня 2017 г.) : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар : ФГБНУ «Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий», 2017. – С. 38–40.
2. Караулова Л. Н. Влияние экологических факторов на режим азота почвы и продуктивность озимой пшеницы и кукурузы в агроландшафте / Л. Н. Караулова, Е. П. Проценко, П. Л. Медянцев, К. А. Проценко // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 3. – С. 119–123.
3. Церлинг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур : Справочник. – М. : Агропромиздат, 1990 – 235 с.

УДК 628.381.1; 658.567.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Лицкевич Анатолий Николаевич, заведующий лабораторией «Гидроэкологии и экотехнологий» Государственного научного учреждения «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», Республика Беларусь, г. Брест, litskevichanatoli@gmail.com

Басалай Екатерина Николаевна, младший научный сотрудник лаборатории «Гидроэкологии и экотехнологий» Государственного научного учреждения «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», Республика Беларусь, г. Брест; аспирантура Государственного научного учреждения «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск; basalaiekaterina@yandex.ru

Чезлова Ольга Евгеньевна, научный сотрудник лаборатории «Гидроэкологии и экотехнологий» Государственного научного учреждения «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», Республика Беларусь, г. Брест; olgachezlova@tut.by

Рассматривается возможность использования осадка производственных сточных вод молокоперерабатывающего предприятия в качестве сырья для производства органического удобрения. Приведены результаты исследований физико-химических характеристик осадков, подтверждающие их удобри-тельную ценность. Представлены результаты санитарно-бактериологических исследований, под-тверждающие возможность использования сброженного ОПСВ ОАО «Пружанский молочный ком-бинат» для производства органического удобрения.

Ключевые слова: осадки производственных сточных вод, удобрения, физико-химические свойства, сани-тарно-бактериологические исследования.

USING OF SEWAGE SLUDGE FOR PRODUCTION ORGANIC FERTILIZERS

Litskevich A. N., Basalai E. N., Chezlova O. E.

The possibility of using of production sewage sludge of milk-processing enterprise as raw material for pro-duction organic fertilizers is considered. The results of studies of physical and chemical characteristics of precipitation dairy plants, confirming their high fertilizing value are presented. The results of the sanitary and bacteriological studies of sewage sludge are given, which showed the possibility of using sewage sludge of JSC «Pruzhan Milk Factory» for production an organic fertilizer.

Keywords: production sewage sludge, fertilizers, physical and chemical studies, the sanitary-bacteriological stud-ies

Ежегодно на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь образуется около 2 000–3 000 т обезвоженного осадка, который, накапливаясь в больших количествах, представляет собой серьезную экологическую угрозу. В связи с этим возникает проблема ис-

пользования осадков производственных сточных вод (ОПСВ) и их побочных продуктов [4] в качестве вторичного сырья.

Цель работы: исследование возможности использования ОПСВ ОАО «Пружанский молочный комбинат» в качестве сырья для производства удобрения.

Для оценки возможности использования ОПСВ ОАО «Пружанский молочный комбинат» в качестве сырья для производства удобрения были отобраны образцы осадка непосредственно с обезвоживающего устройства. Исследуемый осадок представляет дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсной средой – сточная вода с растворами соединений органической и неорганической природы. Отобранные образцы обезвоженного ОПСВ Пружанского молочного комбината представляют собой пластичную массу темно-коричневого, почти черного цвета, с землистым запахом, влажностью (W) = 82,59 % и содержанием беззольного вещества более 75 % (таблица 1).

Оценка накопления биогенных веществ в ОПСВ ОАО «Пружанский молочный комбинат» выполнена лабораторией «Гидроэкологии и экотехнологий», в ходе которой проведены исследования физических и химических свойств осадков. Показатели химических свойств ОПСВ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели физико-химических свойств осадка (на сухое вещество) очистных сооружений ОАО «Пружанский молочный комбинат»

ОПСВ	Влажность осадка (W), %	Зольность осадка, %	pH	Азот общий, %	Фосфор, %	Калий, %	Органическое вещество, %
Необезвож.	97,97	32,75	8,20	3,75	6,61	2,74	67,25
Обезвож.	82,59	24,77	6,82	3,98	5,88	0,33	75,23

Кроме физико-химических свойств осадка, были проведены исследования на содержание тяжелых металлов в этих видах отходов. В таблицу 2 сведены результаты исследований на содержание тяжелых металлов в образцах ОПСВ ОАО «Пружанский молочный комбинат».

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в ОПСВ ОАО «Пружанский молочный комбинат», мг/кг

ОПСВ	Влажность, %	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn	Fe	Cr
Необезвож.	97,97	0,25	нпо*	0,69	5,88	0,15	3,47	627,2	0,75
	0,00	12,38	нпо*	34,12	289,5	7,41	170,9	30897	37,13
Обезвож.	82,59	2,35	нпо*	6,06	52,82	1,27	28,36	5295	5,95
	0,00	13,52	нпо*	34,78	303,4	7,32	162,9	30415	34,19

нпо* – ниже предела обнаружения

На основании данных таблицы 2 можно сделать вывод об очень низком уровне содержания тяжелых металлов в исследуемых образцах осадка.

Основные условия использования ОПСВ в качестве удобрения – отсутствие патогенных микроорганизмов и сохранение санитарно-гигиенических характеристик удобряемых почв [3, 5]. Определение наличия бактерий группы кишечной палочки (БГКП), энтерококков, *Cl. perfringens*, патогенной флоры и общего микробного числа проводили традиционным методом бактериологического анализа [2]. Содержание санитарно-показательных бактерий отражено в таблице 3.

Из исследуемого образца ОПСВ не было выделено патогенных энтеробактерий родов *Salmonella* и *Shigella*. Титр БГКП составил 0,01 при норме не <0,01 [3].

На основании выполненных исследований и в соответствии с полученными данными (таблицы 1, 2 и 3) ОПСВ очистных сооружений ОАО «Пружанский молочный комбинат» могут быть использованы в качестве сырья для производства органических или комплексных органоминеральных удобрений, так как их свойства соответствуют требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 [3]: массовая доля органических веществ не менее 20 % при его содержании в обезвоженном ОПСВ 75,23 %, массовая доля общего фосфора не менее 1,5 % при его фактическом содержании в обезвоженном осадке 5,88 % и массовая доля общего азота не менее 0,6 % при его содержании 3,98 % [1].

Таблица 3 – Санитарно-показательные бактерии в сброженном и обезвоженном ОПСВ
ОАО «Пружанский молочный комбинат»

Образец	Титр БГКП, г	Титр энтеро- кокков, г	Патогенные бакте- рии, в т.ч. сальмо- неллы	Титр <i>Cl. perfringens</i> , г	Общее микробное число, КОЕ*/г
ОПСВ	0,01	1,0	0	0,01	$1,95 \times 10^6$
Норма для почв [2]	1,0 и выше	1,0 и выше	0	0,01 и выше	–
Норма для ОСВ [3]	0,01 (I группа)	–	–	–	–
	0,001 (II группа)	–	–	–	–
*КОЕ – колониобразующие единицы					

Результатами проведенных санитарно-бактериологических исследований подтверждена возможность использования сброженного ОПСВ ОАО «Пружанский молочный комбинат» для производства удобрения по санитарно-бактериологическим показателям.

Закключение. Область применения ОПСВ зависит как от качества осадков, так и от экономических возможностей предприятий. Наиболее экономически целесообразный способ применения ОПСВ ОАО «Пружанский молочный комбинат», не требующий значительных финансовых затрат, это использование его для производства органических удобрений.

ОПСВ ОАО «Пружанский молочный комбинат» характеризуется высоким содержанием органического вещества и биогенных элементов, что свидетельствует о его хорошей удобрительной ценности. По содержанию подвижных соединений фосфора и калия, а также валовому содержанию азота осадок производственных сточных вод молокоперерабатывающих предприятий более насыщен биогенными элементами, чем полужидкий навоз КРС, что дает возможность судить о пригодности осадка в качестве сырья для получения органического удобрения [1].

По физическо-химическим свойствам осадок возможно применять в качестве сырья для производства удобрений в соответствии с [3]. По санитарно-бактериологическим показателям анаэробно-стабилизированный осадок сточных вод пригоден для использования в качестве исходного материала для производства удобрения без дополнительного процесса обеззараживания. Присутствие ионов тяжелых металлов в осадке незначительно и не является препятствием для его применения в качестве исходного материала для производства удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Исследование свойств осадка производственных сточных вод очистных сооружений ОАО «Пружанский молочный комбинат» и разработка способа производства удобрения на его основе: отчет о НИР (промежут.) / Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси ; рук. А.Н. Лицкевич. – Брест, 2017. – 62 с. – № ГР 20171998.

2 Методы санитарно-микробиологических исследований почвы : Инструкция 4.2.10-12-9-2006.: утв. пост. гл. гос. санит. врача от 29 мая 2006 г., № 67. – Минск, 2006. – 32 с.

3 Охрана природы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. ГОСТ Р 17.4.3.07–2001 – Введ. 01.10.2001. – М., 2001. – 7 с.

4 Сюняев Н. К. Очистка сточных вод и утилизация их осадков / Н. К. Сюняев, М. В. Тютюнькова, А. А. Слипец. – М., 2005.

5 Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения. ГОСТ 17.4.3.05-86. – 1987. – Введ. 01.07.87. – 4 с.

ВЫРАЩИВАНИЕ И ЗАЩИТА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Доброхотов Сергей Андреевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», *Россия*, г. Санкт-Петербург, dobrohotov-s@mail.ru

Анисимов Анатолий Иванович, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», *Россия*, г. Санкт-Петербург, anisimov_anatoly@mail.ru

В статье обобщены результаты исследований по выращиванию и защите овощных культур в органическом земледелии на Северо-Западе России с 2010 по 2017 гг. Показаны основные технологические приёмы выращивания (сидерация, использование компостов, разрешённых минеральных удобрений, биопрепаратов для обработки семян и опрыскивания в период вегетации).

Ключевые слова. Северо-Запад России, органическое земледелие, овощные культуры, картофель, сидерация, компосты, биопрепараты, защита растений.

THE VEGETABLE CROPS CULTIVATION AND PROTECTION BY ORGANIC FARMING PRINIPLES IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

Dobrokhotoov S. A., Anisimov A. I.

The article summarizes the results of research on growing and protecting vegetable crops in organic farming in the North-West of Russia from 2010 to 2017. The main technological methods of cultivation (sideral cultures, use of composts, permitted mineral fertilizers, biological preparations for seed treatment and spraying during the vegetation period) are shown.

Key words: North-West of Russia, organic farming, vegetable crops and potatoes, sideral cultures, composts, biological preparations, plant protection.

Овощные и картофель, наряду плодово-ягодными культурами, являются основными источниками витаминной продукции. Поэтому к ним должны предъявляться повышенные требования. С 2010 г. мы отрабатывали технологии выращивания овощных культур (капуста белокочанная, морковь, свёкла) и картофеля по органической системе. Подбирали сорта, чтобы обеспечить поступление продукции в летне-осенний период и до нового урожая. Работу проводили на участке органического земледелия (ОЗ) учебно-опытного сада СПбГАУ, в ЛПХ, садоводствах, АО Ленинградской области.

В СПбГАУ овощные культуры в севообороте шли после многолетних (клевер, люцерна, козлятник, донник и др.) и однолетних бобовых культур (вико-овсяная смесь, кормовые бобы, горох и др.). Предшественником белокочанной капусты обычно являлся пласт клевера, 1–3 лет пользования.

После капусты выращивали морковь. Свёкла долгое время в наших опытах шла по кормовым бобам, клубеньковые бактерии, на корнях которых, фиксируют азот из воздуха. Под капусту, свёклу, картофель вносили полуперепревший компост собственного приготовления из сидеральных культур, конского навоза в смеси с опилками. Для моркови использовали хорошо разложившийся торфо-навозный компост. Предшественником картофеля служила вико-овсяная смесь, которая измельчалась триммером, заделывалась в почву; в конце июля сеяли горчицу (для профилактики борьбы с проволочниками). Соотношение овощных культур и картофеля в структуре посевных площадей в полевом севообороте 1:3, т. е. на 3 участка картофеля приходилось по одному участку капусты, свёклы, моркови. 1/2 часть в структуре посевных площадей в севообороте занимали сидеральные культуры. Имеется выводное поле козлятника восточного и участок испытания сидеральных культур и семеноводства, т. к. по условиям органического земледелия владельцы предприятий должны сами выращивать семенной и посадочный материал или приобретать в органических хозяйствах. Зерновые культуры выращивались с подсевом бобовых сидеральных культур (клевер, люцерна и пр.). Обычно это делалось весной.

Обработка почвы заключалась в 1–2-кратном осеннем лущении (фрезерование, дискование) стерни после зерновых и бобовых. В весенний период проводили еще 2 культивации. Под капусту вносили доломитовую муку при первой весенней культивации. На участке ОЗ в СПбГАУ было достаточно внесения 1 т/га ежегодно. При последней культивации, в середине мая вносили разрешенные в ОЗ минеральные удобрения (не содержащие азот) – фосфоритную или костную муку, сульфат калия, калийную соль, золу. Проливали почву органоминеральным удобрением Гуми-30 (100 г/сотку). Опрыскивали поверхность почвы биопрепаратами – Восток ЭМ-1, Байкал и другими. На гранулы минеральных удобрений наносили порошковидный биопрепарат Бисолбифит в соотношении 1:10 по д. в. (форма для ЛПХ).

Перед посевом окучником мотокультиватора делали гребни, в которые высевали семена моркови и свёклы в смеси с песком, сухим грунтом. В некоторых случаях проводили барботирование семян (насыщение кислородом в течение 2 суток). Последняя операция позволяет значительно ускорить появление всходов, если посев делается в поздний срок.

Посевной материал картофеля осенью выдерживали 2–3 недели на свету (озеленяли), отбраковывали больные клубни при закладке их на постоянное хранение. Весной заранее проращивали, перед посадкой опрыскивали Фитоспорином, Экстрасолом и другими биопрепаратами.

В период вегетации на картофеле делали 2–3 обработки междурядий с помощью окучника-полольника мотокультиватора. Сильно засорённые участки пололи вручную. Последнее обстоятельство является лимитирующим фактором при выращивании овощных культур в органическом земледелии. Рыхление междурядий моркови, свёклы, капусты делали чаще. В некоторые годы мульчировали посадки сидератами, которые скашивали после цветения, чтобы не нарушать кормовую базу опылителей–энтомофагов, питающихся на них. Для моркови делали высокое окучивание, чтобы не озеленялся верх корнеплодов. Для свёклы это не нужно, так как часть корнеплодов формируется над поверхностью почвы, особенно у сорта Цилиндра.

В течение вегетации с интервалом в 2 недели проводили внекорневые подкормки (минеральный азот в ОЗ не использовали) микробиологическими препаратами (Фитоспорин, Экстрасол и др.). Одновременно в рабочую жидкость добавляли микроэлементы в хелатной форме, например, препарат Экофус на основе водорослей Белого моря. В августе использовали и монофосфат калия, который ускоряет созревание культур, повышает устойчивость их к вредителям и болезням. Обработки прекращали за 14 дней до уборки урожая. Содержание нитратов в нашей продукции не превышало ПДК.

В условиях Северо-Запада РФ основными вредителями капусты являются капустные мухи и крестоцветные блошки. В производственных условиях (опыты 2005 г.) против капустной мухи высокую эффективность показал Немабакт (на основе энтомопатогенных нематод) при внесении в кассеты в теплицах, из расчёта 100 тыс. инвазионных личинок/ растение. Борьба с личинками мух (пролив биопрепаратом в поле) после их отрождения в условиях учебно-опытного сада СПбГАУ в 2017 г. была малоэффективной.

При численности крестоцветных блошек выше ЭПВ проводили опрыскивание опытными образцами микробиологического препарата Бацикол из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии или биохимическим средством Фитоверм. При необходимости обработки повторяли с интервалом 5–7 дней. В июле – августе против гусениц капустной моли, белянок, совков использовали Битоксибациллин или Лепидоцид (обычно в 1 %-ной концентрации).

В борьбе с морковной листоблошкой, появляющейся на всходах, эффективным оказалось 2-кратное опрыскивание Фитовермом в 0,8%-ной концентрации. Обработки Спинтором оказались эффективнее Фитоверма. В поздние сроки посева моркови (10 июня) растения повреждались листоблошкой значительно меньше. В 2014–17 гг. проведения борьбы с листоблошкой на участках ОЗ учебно-опытного сада СПбГАУ не требовалось.

Случаев повреждения столовой свёклы свекловичной минирующей мухой на участке органического земледелия СПбГАУ, ЛПХ и дачных садоводств не наблюдали. Опытами в

специализированных овощеводческих хозяйствах, выращивающих свёклу по традиционной технологии, установлено, что применение Фитоверма в концентрации 0,8–1 % против личинок 2-го поколения свекловичной мухи обеспечивает биологическую эффективность – 60 %.

Против проволочников – личинок жуков-щелкунов –использовали препараты на основе энтомопатогенных нематод (Немабакт, Энтонем-Ф). Препараты вносили в лунки, борозды при посадке картофеля; второй срок борьбы – период бутонизации – начало цветения – путем опрыскивания или полива по гребням. На каждую обработку расходовали 1 упаковку препарата в порошкообразной крошке (5 млн личинок/сотку). Использовали и грибной биопрепарат Метаризин. Его можно наносить и на клубни картофеля.

Эффективный дешёвый способ борьбы с проволочниками – посев горчицы белой, для Северо-Западной зоны в конце июля до начала августа. Растения в фазе бутонизации – цветения необходимо скосить и запахать в почву до 5–10 сентября. Спустя месяц наблюдается максимальная гибель проволочников. Эффективность горчицы усиливается при внесении Немабакта.

Против колорадского жука использовали 1 % раствор Битоксибациллина, а также 5 % раствор Бацикол, опрыскивая ими по личинкам 1-го возраста. Смертность личинок 1-го возраста достигала 100 %.

Борьба с болезнями проводилась как профилактически (обработка клубней, рассады капусты – иммунизация микроэлементами и др.), так и при их появлении. В органическом земледелии правильное чередование культур способствует снижению до минимума развития болезней. В борьбе с фитофторозом в дождливые летние сезоны в середине-конце июля проводили двукратное опрыскивание посадок Бордосской смесью, применение которой разрешено по регламентам ОЗ. В августе использовали биопрепараты. Это позволяло на 2 недели задержать массовое развитие фитофторы.

Внесение органических удобрений, использование разрешенных фосфорно-калийных минеральных, доломитовой муки, биопрепаратов, микроэлементов обеспечивало получение продукции высокого качества, свободной от остаточных количеств пестицидов, нитратов.

УДК 631.452:634.8.07:631.95

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВИНОГРАДОВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Белков Алексей Сергеевич, аспирант, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», *Россия, г. Краснодар*,
belkov_aleksei86@mail.ru

Почва виноградников, ежегодно обрабатываемых пестицидами, является накопителем токсичных остатков, мигрирующих в экосистеме почва–растение–виноград. Обеспечение экологической безопасности продукции возможно внесением в почву биоудобрения, активизирующего полезную почвенную микробиоту, способствующую разложению пестицидов до безопасных уровней.

Ключевые слова: виноградник, почва, виноград, биоудобрение, токсичные остатки.

ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF WINE PRODUCTION FROM GRAPE

Belkov A. S.

Enrichment of degraded soils of vineyards with compost from organic material waste winemaking convertible added microorganisms allows: to increase the productivity of plants, productivity and nutritional value of grapes.

Key words: vineyard, soil, compost, pulp, effective microorganisms, grapes, toxic residues.

Введение. На промышленных виноградниках ежегодно возрастает негативный риск социально-экологических эффектов по причине загрязнения растений ксенобиотиками различ-

ного происхождения и прежде всего пестицидами. Существующей экологической проблеме уделяется серьезное внимание, в котором в наибольшей степени нуждаются многолетние насаждения, к примеру виноградные агроудья, так как именно они наиболее подвержены воздействию токсичных веществ [5, 6, 8]. Основным накопителем токсичных соединений является почва виноградников, подвергающихся ежегодным обработкам пестицидами в борьбе с вредителями и патогенами. Это приводит к тому, что верхний пахотный слой почвы играет роль «банка-накопителя» токсичных веществ, который пополняется продуктами метаболизма современных и ранее применявшихся пестицидов [1, 9]. В результате ежегодно возрастает воздействие опасных химикатов на виноградные насаждения, что усиливает процессы деградации почвы, вызывает загрязнение виноградовинодельческой продукции при миграции остаточных количеств пестицидов из почвы в виноград [2, 3]. Разложению в почве токсичных остатков до безопасных уровней препятствует снижение активности полезной почвенной микробиоты и органического вещества, ухудшения механических и физико-химических свойств.

Рациональным решением снижения миграции почвенных токсичных остатков в экосистеме виноградников является внесение в почву органического удобрения, способствующего разложению пестицидов до безопасных уровней. Оценка применения органического биодоброения из отходов виноделия в комплексе с эффективными микроорганизмами (ЭМ-1) – цель выполненной работы.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в виноградарских зонах юга Кубани (Темрюкский район) на промышленных насаждениях специализированных хозяйств. Объекты исследований – виноградные насаждения столовых и технических сортов, почва виноградников, виноградные ягоды, пестициды для обработки виноградников от поражающих их вредителей и болезней.

Определение токсичных остатков пестицидов в пробах винограда и почвы проводили по общепринятым методикам [7] с использованием хроматографов: газового «Цвет 500М» с модулем управления «Хромос ИРМ-10» (ООО «Хромос», Россия) и жидкостного «KNAUER» (Германия), укомплектованного блоком управления Smartline Manager 5000. В группы определяемых пестицидов вошли установленные ранее выполненными исследованиями [4] основные фоновые загрязнители почвы виноградников.

Содержание исследуемых пестицидов в почве и винограде, определяли после трехлетнего цикла внесения органического удобрения. Виноградники опытных участков в период исследований не обрабатывали указанными пестицидами, что позволило определить их переход из почвы в ягоды.

Способы биологической технологии изложены в работах [2, 4]. Суть технологии заключается во внесении в почву отходов виноделия в комплексе с агробиологическим стимулятором эффективных микроорганизмов (ЭМ-1).

Обработку экспериментального материала проводили при помощи компьютерных программ (Microsoft Excel 2007; Statistica 6.0 for Windows).

Обсуждение результатов. Содержание органического вещества почвы на опытных участках виноградника не превышало 3,8 % (средний и легкий суглинок), что не могло обеспечить процесс распада почвенных загрязнителей. Органическое удобрение вносилось в почву опытных участков дважды в период вегетации (таблица 1).

Таблица 1 – Внесение удобрения по фазам развития винограда

Варианты опытов	1 фаза Середина апреля	2 фаза Середина октября
Контроль (без удобрения)	-	-
Органическое удобрение	Отходы виноделия (50т/га) + ЭМ-1 (0,5л/га)	Отходы виноделия (50т/га) + ЭМ-1 (0,5л/га)

Целесообразность используемого органического удобрения подтверждена анализом промышленных отходов винограда. Анализ был проведен в двух смешанных пробах, приготовленных для внесения в почву междурядий виноградников опытных участков (таблица 2).

Таблица 2 – Химический анализ отходов виноделия.

Показатели (единицы измерения)	Маркировка пробы	
	Проба 1	Проба 2
pH водной вытяжки (ед. pH)	7,6	7,6
Общий азот на исх. влажность (%)	4,3±0,3	4,6±0,3
Общий фосфор на исх. влажность (%)	0,49±0,05	0,76±0,05
Общий калий на исх. влажность (%)	1,49±0,01	0,79±0,05
Зольность (%)	29	31

Содержащиеся в мезге макроэлементы необходимы как элементы питания, а оставшаяся после сжигания минеральная часть увеличивает содержание органического вещества, что позволяет повысить биогенность почвы и ускорить разложение почвенных токсичных остатков (таблица 3).

Таблица 3 – Токсичные остатки в почве после применении биоудобрения.

Варианты опытов	Содержание пестицидов в почве, мг/кг									
	Весна					Осень				
	Группы пестицидов									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Контроль	3,6	0,25	0,015	0,2	0,15	4,9	0,45	0,18	0,35	0,25
Биоудобрение	2,2	0,02	0,01	0,06	0,02	3,3	0,09	0,05	0,12	0,08
ПДК, мг/кг	3,0	0,1	0,02	0,1	0,1	3,0	0,1	0,02	0,1	0,1
*Примечания: а. Группы пестицидов: 1 – медьсодержащие, 2 – ХОС, 3 – ФОС, 4 – дитиокарбаматы, 5 – бензимидазолы, ПДК – предельно допустимое количество.										

В винограде почвенные токсичные остатки в избытке обнаруживались на производственном участке без применения биоудобрения (контроль), и их концентрация значительно уменьшилась в винограде с участка, где применялось биоудобрение (таблица 4).

Таблица 4 – Почвенные токсичные остатки в винограде.

Варианты опытов	Содержание пестицидов в винограде, мг/кг				
	Сорт Каберне-Совиньон				
	Группы пестицидов				
	1	2	3	4	5
Контроль	2,25	0,15	0,05	0,17	0,08
Биоудобрение	2,12	0,08	-	0,04	-
МДУ, мг/кг	5,0	0,4	0,02	0,1	0,05

*Примечания: а. Группы пестицидов: 1 – медьсодержащие, 2 – ХОС, 3 – ФОС, 4 – дитиокарбаматы, 5 – бензимидазолы. МДУ – максимально допустимый уровень.

Выводы. Почва виноградников, подвергающаяся ежегодным обработкам пестицидами в борьбе с вредными объектами, несет значительные потери в активности полезной почвенной микробиоты, участвующей в процессе разложения токсичных остатков. Мигрируя, загрязнители почвы, обнаруживаются в винограде. При восстановлении почвенной микрофлоры обогащением гумифицированными растительными остатками отходов виноделия в комплексе с эффективными микроорганизмами исключается миграция токсичных остатков в экосистеме виноградников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьева Т. Н. Обеспечение экологической и пищевой безопасности в виноградарстве : научно-практические рекомендации / Т. Н. Воробьева, А. А. Волкова/ – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2009. – 19 с.
2. Воробьева Т. Н. Способ содержания почвы виноградников / Т. Н. Воробьева, Ю. А. Ветер, А. А. Волкова // Патент РФ № 2531001 – М. : ФИПС, 2014. – 4 с.
3. Воробьева Т. Н. Теоретические аспекты и результаты повышения продуктивности виноградников и качества отраслевой продукции / Т. Н. Воробьева, А. А. Волкова, Ю. А. Ветер // Аграрная Россия. – 2009. – № 2. – С. 21–24.

4. Воробьева Т.Н. Оценка экологического риска применения пестицидов в виноградарстве / Т. Н. Воробьева, Г. А. Ломакина. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2006. – 194 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропром издат, 1985. – 351 с.
6. Круглов Ю. В. Микрофлора почвы и пестициды / Ю. В. Круглов. – М. : ВО «Агропромиздат», 1991. – 128 с.
7. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды : 6 Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 115 с.
8. Тихонович И. А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов. – СПб. : Изд-во СПбУ, 2009 – 210 с.
9. Bermudez-Couso, A., Arias - Estevez, M., Novoa-Munoz, J.C., Lopez-Periago, E., Soto-Gonzalez, B., and Simal-Gandara, J. (2007). Seasonal distributions of fungicides in soils and sediments of a small river basin partially devoted to vineyards. Water Res. 41, 4515–4525.

633.2/.3:631.559:631.417.1(470.25)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО АЗОТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУГОВЫХ ТРАВСТОЕВ В УСЛОВИЯХ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Карасева Татьяна Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА», *Россия, Псковская область, г. Великие Луки*
tatyana.karaseva.74@mail.ru

Герасимова Ольга Александровна кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА», *Россия, Псковская область, г. Великие Луки*, olga-gerasimova311@rambler.ru

Корнышев Дмитрий Семенович кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА», *Россия, Псковская область, г. Великие Луки*

В условиях интенсификации лугового кормопроизводства существенно возрастает роль азота как фактора повышения продуктивности лугов и пастбищ. В связи с этим огромное значение приобретает использование не только минерального, но и биологического азота. Бобовые травы, фиксируя с помощью клубеньковых бактерий азот из воздуха и накапливая в доступных для злаковых компонентов формах, позволяют экономить дорогостоящие минеральные удобрения и повышать питательную ценность кормов.

Ключевые слова: бобово-злаковые травостои, злаковые травостои, минеральный азот, биологический азот, корневая масса.

THE EFFECT OF MINERAL AND BIOLOGICAL NITROGEN ON THE PRODUCTIVITY OF MEADOW GRASS STANDS IN THE CONDITIONS OF THE PSKOV REGION

Karaseva T. N., Gerasimova O. A., Kornyshev D. S.

In conditions of intensification of meadow fodder production the role of nitrogen as a factor of increasing productivity of meadows and pastures significantly increases. In this regard, the use of not only mineral but also biological nitrogen is of great importance. Legumes, fixing nitrogen from the air with the help of nodule bacteria and accumulating in the forms available for cereal components, allow saving expensive fertilizers and increasing the nutritional value of feed.

Key words: legume-grass herbage, grass herbage, mineral nitrogen, organic nitrogen, root mass.

Введение. Многолетние травы, обладая объемной, хорошо разветвленной корневой системой оставляют после себя органического вещества больше, чем любая полевая культура. Бобовые компоненты травостоев способны обеспечить азотом, фиксируемым из воздуха, не только себя, но и совместно произрастающие злаки. Травосмеси в зависимости от возраста способны сформировать в пахотном слое до 4,0...6,8 т/га воздушно-сухой массы корней, а

также 1,4...3,7 т стерневых остатков [1]. Внесение фосфорно-калийных удобрений способствует более равномерному проникновению корневой массы бобовых вглубь почвы, азотные – наоборот, способствуют формированию основной массы в слое почвы 0...20 см [3].

Проведенные ранее на травостоях овсяницы тростниковой и козлятника восточного исследования показали, что растения формируют на пятый год жизни до 15,2 т/га сухих корней в слое 0...40 см и способны накапливать до 190 кг/га азота на фоне применения только фосфорно-калийных удобрений [2].

Материалы и методы исследования. С целью выяснения эффективности источников азота и их влияния на баланс веществ на опытном поле ВГСХА были изучены злаковые и бобово-злаковые травостои.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, в слое 0–30 см имеет слабокислую реакцию среды (pH_{KCl} 5,4), основаниями насыщена на 65 %. Содержание гумуса 2,3 %. Имеет высокое содержание фосфора (220 мг) и повышенное калия (143 мг на 1 кг почвы). В целом почва характеризуется хорошим естественным плодородием.

Площадь опытной делянки 10 м², повторность четырехкратная. Режим использования травостоев трехукосный.

В соответствии с методикой НИИ кормов масса корней определялась в слое почвы 0–40 см. Лабораторные анализы корневой массы растений проводились в лаборатории ВГСХА по общепринятым методикам.

Злаковые травы: ежа сборная, овсяница луговая, тимopheевка луговая и райграс пастбищный высевались беспокровно в мае. В вариантах с бобовыми высевали такую же смесь злаковых, на второй год жизни травостоя был произведен подсев бобовых трав (100 % нормы чистого посева): клевер ползучий, клевер луговой, козлятник восточный и люцерна гибридная.

Ежегодно весной вносились фосфорно-калийные минеральные удобрения из расчета Р₃₀ К₉₀ на 1 га, на злаковые травостои вносили дополнительно азотные удобрения в виде аммиачной селитры в соответствии со схемой опыта (таблица 1) в три приема – весной и после 1 и 2 укосов.

Результаты исследований. Уже в год посева в бобово-злаковых травостоях быстро распространились сеянные бобовые травы – 49,8...58,8 % (таблица 1). Максимальное участие краткосрочных клеверов в травостое было отмечено на 2–3 год пользования, после чего их доля резко снизилась. Одновременно в этих травостоях начал распространяться клевер ползучий (составляя 20...29 % от урожая). Значительный удельный вес (43,5...59,8 %) долголетних бобовых сохранялся в травостое в течение всего периода проведения исследований.

Таблица 1 – Структура фитомассы травостоев (в среднем за 4 года пользования)

Варианты	Доля бобовых, %	Сбор сухого вещества, т/га	Сбор сырого протеина, кг/га	Сухое вещество корневой массы, т/га	Фитомасса, т/га сухого вещества	Соотношение надземной и корневой массы, т/га сухого вещества
Злаки без азота	-	3,3	420	4,5	7,8	1/1,36
Злаки N ₆₀	-	7,2	622	6,8	13,0	1/0,94
Злаки N ₁₂₀	-	8,9	872	7,7	16,6	1/0,86
Злаки N ₁₈₀	-	12,6	1465	5,8	18,4	1/0,46
Злаки+клевер луговой	55,1	6,6	1123	3,6	10,2	1/0,55
Злаки+клевер ползучий	49,8	8,2	1494	3,2	11,4	1/0,39
Злаки+козлятник восточный	55,9	7,3	1323	4,7	12,0	1/0,64
Злаки+люцерна гибридная	58,8	9,0	1676	5,2	14,2	1/0,58

Урожайность сухого вещества и сбор сырого протеина злаковых трав зависели от нормы внесения азотного удобрения. Эффективность азотного удобрения оказалась наиболее высокой при норме N₁₈₀ – прибавка урожая сухой массы и сырого протеина составили соответственно 51,7 и 5,8 кг на 1 кг азота.

На клеверно-злаковых травостоях уже в год посева сбор сухого вещества и сырого протеина превышал урожай злакового травостоя без азота – соответственно в 2...2,5 и 2,7...3,2 раза. Клевера отличались быстрым развитием в первые годы пользования, однако, начиная с третьего года пользования, доля бобового компонента существенно снизилась, а вместе с ней и сбор сырого протеина.

В травостоях с долголетними бобовыми культурами сбор сухого вещества и сырого протеина за весь период исследований был значительно выше – соответственно 7,3...9,0 и 1323...1676 кг/га. В среднем за 6 лет долголетние бобовые заменили влияние минерального азота из расчета на массу сухого вещества –70...170 и на сырой протеин – 120...290 кг/га. За последние годы опыта люцерна гибридная и козлятник восточный заменили внесение минерального азота в расчете на сухое вещество соответственно 314 и 170 кг/га. Клевер луговой за три первых года опыта заменил внесение 97...108 кг/га минерального азота из расчета на сухое вещество.

Формирование корневой массы многолетних трав и их доля в фитомассе существенно изменялись по вариантам. В благоприятных условиях роста многолетние травы характеризовались развитием преимущественно надземной массы по сравнению с корневой системой. Количество сухого вещества корней в опыте составляло 3,2...7,7 т/га. Наибольшая масса корней сформировалась в злаковом травостое при внесении N₁₂₀.

Соотношение надземной массы и корней злаковых составило 1:0,46...1,3, вместо обычного 1:1,5...3. Небольшую корневую массу сформировали клеверно-злаковые травостои – 3,2...3,6 т/га; масса корней с участием долголетних бобовых была несколько выше – 4,7...5,2 т/га.

Общий размер сформированной травостоями фитомассы находился в пределах 7,8...18,4 т/га. Наименьшим этот показатель был на злаковом травостое без применения азота – 7,8 т/га, внесение минерального азота способствовало увеличению размеров надземной и корневой массы. Бобово-злаковые травостои несколько уступали по сбору фитомассы вариантам с внесением минерального азота – 10,2...14,2 т/га.

Содержание общего азота в сухом веществе было различным (1,86...2,98 %) и находилось в зависимости от нормы внесения азота и состава травостоя (таблица 2). При повышении доз вносимого минерального азота содержание азота в урожае увеличивалось с 1,86 до 2,14 %. Во всех бобово-злаковых травостоях содержание азота в сухом веществе выше, чем в злаковом травостое при внесении азотных удобрений.

Таблица 2 – Содержание и баланс азота в сухом веществе фитомассы (в среднем за 4 года пользования)

Варианты	Содержание азота в сухом веществе				Изменение содержания азота в 0–20 см слое почвы, кг/га	Баланс азота, кг/га
	надземной массы		корневой массы			
	%	кг/га	%	кг/га		
Злаки без азота	1,99	65	1,03	46	5	97
Злаки N ₆₀	1,86	134	1,02	69	-5	75
Злаки N ₁₂₀	1,95	173	0,95	73	-15	63
Злаки N ₁₈₀	2,14	267	1,05	61	0	50
Злаки+клевер луговой	2,75	181	1,23	44	29	236
Злаки+клевер ползучий	2,89	237	1,28	41	10	272
Злаки+козлятник восточный	2,84	207	1,52	71	15	253
Злаки+люцерна гибридная	2,94	265	1,39	72	29	332

В корневой массе трав было 0,95...1,05 % азота, т. е. на 0,84...1,62 % меньше, чем в надземной массе. Следовательно, при улучшении режима азотного питания злаковых трав

аккумуляция азота увеличивалась на 0,15 %. Самым высоким из всех бобово-злаковых травостоев содержание азота было в корневой массе травосмеси злаков с козлятником восточным – 1,52 %.

Содержание азота в урожае надземной массы колебалось от 65 до 267 кг/га. Наибольшее количество азота наблюдалось в злаковом травостое при внесении N_{180} , в 4 раза больше, чем в вариантах без азота. В бобово-злаковых травостоях количество азота зависело от вида бобового растения и находилось на уровне злаковых при внесении азота 120...180 кг/га.

Содержание азота в корневой массе трав колебалось в пределах 41...73 кг/га, что значительно меньше, чем в урожае надземной массы. Соотношение азота в надземной и подземной массе было в пользу последней во всех вариантах.

На 6-й год эксперимента содержание азота в 0...20 см слое почвы опытного участка возросло на 0,3 мг. На злаковых травостоях содержание увеличивалось на 0,1 мг, на бобово-злаковых – на 1,4 мг, т.е. на 21 кг/га в год.

Общий баланс азота на злаковых и злаково-бобовых травостоях существенно отличался. На чисто злаковых травостоях он в несколько раз меньше, чем на бобово-злаковых, и уменьшался с повышением нормы вносимого азота. При включении в состав травостоя бобовых компонентов баланс азота во все вариантах был положительным, содержание азота в пахотном слое увеличивалось на 236...332 кг/га в год. Максимальное количество азота накапливали люцерна гибридная и клевер ползучий. Преобладающую часть из общего количества азота, учитываемого в биологическом круговороте, составлял азот, выносимый с урожаем трав (181...265 кг/га), в корневой массе накапливалось только 10...29 кг/га.

Выводы. На основании результатов проведенных исследований можно сделать вывод о высокой эффективности биологического азота, аккумулируемого из воздуха различными видами бобовых многолетних трав. Совместный посев со злаками бобовых компонентов обеспечивал сбор сухой массы на уровне внесения 120 кг/га минерального азота, а по сбору сырого протеина бобово-злаковые травостои значительно превосходили все варианты чисто злаковых посевов. Кроме того, такие травостои являются хорошими предшественниками для последующих культур, поскольку баланс азота после их возделывания всегда положительный.

Таким образом, роль бобового компонента в качестве альтернативы азотным удобрениям и по обеспечению положительного баланса азота в почве огромна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каджюлис Л. Ю. Выращивание многолетних трав на корм / Л. Ю. Каджюлис. – М. : Колос, 1977. – 247 с.
2. Карасева Т. Н. Формирование высокопродуктивных травостоев с участием козлятника восточного и овсяницы тростниковой: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.12. / Т. Н. Карасева. – С. Петербург: ГАУ, 2003. – 25 с.
3. Кулешов Н. И. Повышение урожайности кормового козлятника / Н. И. Кулешов, Л. Ф. Трухина // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 1992. – № 5. – С. 54–55.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Пашков Дмитрий Павлович, доктор технических наук, профессор, Государственная экологическая академия последипломного образования и управления. *Украина, г. Киев*

Шевченко Роман Юрьевич, кандидат географических наук, Государственная экологическая академия последипломного образования и управления. *Украина, г. Киев. 202907@ukr.net*

В докладе представлены особенности использования многоспектральных космических снимков для проведения оперативного экологического мониторинга и обнаружения антропогенного воздействия на окружающую природную среду. Многоспектральные снимки космических систем дистанционного зондирования Земли используют для анализа земной поверхности, растительных и снежных покровов, определения влажности почвы, оценки растительной биомассы, непроходимых пространств, цвета океана и является основой для геоинформационного экологического картографирования. Также в докладе рассмотрены недостатки и преимущества многоспектральных сканеров, раскрыты возможности использования и преобразования информации в цифровой форме.

Ключевые слова: многоспектральные изображения, космические снимки, разрешающая способность, оптико-электронная система, экологический мониторинг.

FEATURES OF APPLICATION OF SPACE PHOTOS IN ENVIRONMENTAL MONITORING OF INDUSTRIAL OBJECTS

Pashkov D. P., Shevchenko R. Yu.

The report presents the features of the use of multispectral satellite imagery for conducting operational ecological monitoring and detection of anthropogenic impact on the environment. Multispectral images of space remote sensing systems of the Earth are used for analysis of the earth's surface, plant cover, determination of soil moisture, estimation of plant biomass, snow cover, impassable spaces, ocean color and is the basis for geoinformation ecological mapping. The report also discusses the shortcomings and advantages of multispectral scanners, discloses the possibilities of using and transforming information in digital form.

Key words: multispectral images, space images, resolving power, optical-electronic system, environmental monitoring.

Применение космических технологий позволяет решать разные задачи, в том числе и проведение экологического мониторинга с использованием систем наблюдения и дистанционного зондирования Земли. В экологической отрасли использование космических изображений является важным инструментом для проведения экологического мониторинга территорий [1] и оценки состояния поверхностей [2]. Кроме этого, использование космических снимков дает возможность проведения фундаментальных и прикладных исследований относительно поиска и выявления изменений состояния окружающей поверхностной, водной и приземной среды [2]. В докладе представлены результаты использования космических снимков при решении экологических задач и проведении экологического мониторинга промышленных объектов.

Одним из основных направлений повышения экологической безопасности является поиск и локализация антропогенного влияния на окружающую среду, определения эпицентра и зон влияния, а также характера загрязнения. В последние годы наблюдается расширение крупномасштабной промышленной деятельности, связанной с развитием опасных высокотехнологических процессов (физико-химических, тепловых, радиационных и др.), которое приводит к значительному изменению естественных условий. При этом степень влияния и масштабы последствий зависят от интенсивности и характера самого загрязнения и устойчивости окружающей среды к антропогенной нагрузке [3]. Особенности применения космических технологий предоставляют возможность использования геоинформационных систем, что качественно повышает уровень решения задач экологической безопасности на основе выявления и оценки экологического состояния наблюдаемой территории [3].

Для контроля параметров окружающей среды и определения степени влияния техногенного загрязнения применяют экологический мониторинг, который включает наблюдение за событиями, процессами, явлениями, а также осуществляет оценку и прогнозирование изменений состояния естественной среды на основе разных методов [1]. На сегодня классические методы контроля (контактные и биологические), с помощью которых оценивают состояние окружающей естественной среды, не дают возможность выполнить поставленные задачи в полном объеме и в заданное время из-за расширения масштабов техногенного влияния и увеличения времени обработки полученных результатов.

Анализ литературы [1–4] показал, что на сегодня достаточно детально проработаны разные методы, механизмы, принципы и методики определения состояния окружающей естественной среды путем проведения экологического мониторинга, который подтверждается проведенными исследованиями ведущих ученых. При этом одним из перспективных направлений экологического мониторинга является использование дистанционных методов, которые базируются на использовании космических систем наблюдения. Именно поэтому на первый план выходят дистанционные методы мониторинга, связанные с использованием возможностей космических систем наблюдения в видимом диапазоне спектра [2]. Применение космических систем наблюдения для проведения экологического мониторинга является одним из основных источников приложения дистанционных методов для определения состояния и характера окружающей среды. Это дает возможность обнаруживать антропогенное влияние на окружающую среду, в частности определять его характер (например, выбросы в атмосферу) и его зоны с необходимой оперативной и пространственной полнотой наблюдения, а также комплексно оценивать свойства влияния, размеры, концентрацию, прогнозировать последствия влияния, содержание взаимодействий и наблюдать за антропогенной зоной [3, 4].

Обеспечение своевременного получения информации и ее полнота во время проведения экологического мониторинга является актуальным и важным направлением исследований, связанным с разработкой научно-практических рекомендаций относительно комплексного выявления и определения характера техногенного влияния на основе обработки космических снимков для обеспечения экологической безопасности с использованием космических систем видового наблюдения [4]. Кроме этого, космические системы наблюдения могут осуществлять непрерывный мониторинг территории, которая дает возможность контролировать и оценивать внезапные действия, связанные с выбросами в окружающую среду промышленными предприятиями в случае возникновения чрезвычайных ситуаций и других случаев.

Ввиду случайности антропогенного влияния на естественные условия для повышения достоверности оценки состояния окружающей среды во время выполнения задач экологического мониторинга дистанционными методами, а также для возможности расширения информационных космических систем наблюдения за техногенным загрязнением окружающей среды возникает необходимость совершенствования научно-методического аппарата оценки на основе использования многоспектральных изображений для построения экологических карт, что и определило основные направления исследования. Поэтому в докладе показаны возможности реализации научно-практических рекомендаций для использования космических систем дистанционного зондирования Земли для определения техногенного загрязнения окружающей среды на основе обработки многоспектральных космических снимков. Для решения поставленной задачи предложено применить комбинированный подход: на первом этапе выделить отравляющие вещества с помощью спектральной составной сигнатуры, на втором – осуществить пространственное выявление с более детальным определением размеров зон поражения с учетом высотного профиля атмосферной зоны, а на третьем – оценить риски. Это повысит достоверность и информационные возможности системы экологического мониторинга и откроет новые возможности создания систем экологического мониторинга для выявления загрязнения окружающей среды и оценки их степени. Также в докладе рассмотрены основные требования к целевой аппаратуре космического аппарата дистанционного зондирования Земли и условия использования космических снимков. Внедрение в экологический мониторинг дешифрирование космических

снимков расширяет возможности построения экологических карт антропогенного влияния для определения техногенного загрязнения региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондар О. И. Мониторинг навколишнього середовища / О. И. Бондар, І. В. Корінько, В. М. Ткач, О. І. Федоренко – К.-Х. : ДЕІ-ГТІ, 2005. – 126 с.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / В. І. Лялько, О. Д. Федоровський, Ю. В. Костюченко та ін. / за ред. В. І. Лялько і М. І. Попова. – К. : Наукова думка, 2006. – 357 с.
3. Толмачева Н. И. Космические методы экологического мониторинга / Н. И. Толмачева, Л. С. Шкляева – Пермь : Перм. ун-т, 2006. – 296 с.
4. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р. А. Шовенгердт. – М. : Техносфера, 2010. – 560 с.

УДК: 502:252.2

СТЕПНОЙ СТАЦИОНАР «ОРЕНБУРГСКАЯ ТАРПАНИЯ»: НАЗНАЧЕНИЕ, ЗАДАЧИ, ПЛАН-СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ

Левыкин Сергей Вячеславович, доктор географических наук, профессор РАН, Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

Казачков Григорий Викторович, кандидат биологических наук, Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

Жданов Сергей Иванович, кандидат биологических наук, Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

Щербаненко Олег Борисович, Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

Раскрыта основная идея проекта «Оренбургская Тарпания», рассмотрено его двухвекторное развитие с созданием одноимённого стационара Института степи УрО РАН. Изложены его современное состояние, назначение, цель и задачи, основные положения плана-стратегии развития, включающие создание коллекции домашних и диких степных копытных, а также питомника многолетних трав для эффективного переосвоения маловостребованных сельхозугодий и решения агроэкологических проблем степных регионов.

Ключевые слова: проект «Оренбургская Тарпания», Институт степи УрО РАН, стационар «Оренбургская Тарпания», реинтродукция, фитомелиорация.

STEPPE STATION “ORENBURGSKAYA TARPANIA”: MISSION, TASKS, STRATEGIC DEVELOPMENT PLAN

Levykin S. V., Kazachkov G. V., Zhdanov S. I., Scherbanenko O. B.

The main idea of the “Orenburgskaya Tarpania” project is expounded, its development in two vectors accompanied with establishing cognominal scientific station of the Institute of steppe of UB RAS is examined. The current state, mission, aims and tasks are expounded. The main tips of strategic development plan including domestic and wild steppe ungulate collection, and perennial herb reproduction plot to effective redevelopment unasked agrarian lands and to agroecological steppe region problems solution are expounded.

Key words: “Orenburgskaya Tarpania” project, Institute of steppe of the Ural Branch of RAS, steppe station “Orenburgskaya Tarpania”, reintroduction, phytomelioration.

Проект «Оренбургская Тарпания» задумывался в середине 1990-х гг. и реализовывался в дальнейшем как социально-природоохранный, основной идеей которого было возвращение в степи диких степных копытных: непарнокопытных, прежде всего лошади Пржевальского, и парнокопытных, прежде всего равнинного бизона. Согласно этому замыслу, на крупном

сохранившемся степном участке (земли МО РФ) должна была сформироваться полноценная степная экосистема, принципиально более продуктивная и зрелищная, что способствовало бы социальной реабилитации степей посредством развития просвещения и экотуризма. С 2013 г. посредством развития государственно-частного партнёрства, при поддержке степного проекта ПРООН/МПР/ГЭФ и Русского географического общества проект получил развитие в двух направлениях с двойным позитивным результатом.

Заповедное направление – это организация на базовой территории проекта «Орловская степь» специализированного участка ГПЗ «Оренбургский» «Предуральская степь» для реинтродукции лошади Пржевальского [4]. Именно там Президент РФ В. В. Путин принял участие в выпуске лошадей Пржевальского из вольеров в огороженную «Предуральскую степь» [3]. К настоящему времени успешно осуществлён завоз ещё нескольких партий лошадей Пржевальского из Франции и Венгрии, которые уже практически адаптировались на площади 16,5 тыс. га заповедных степных ландшафтов.

Второе направление – это поэтапное развитие академическо-государственно-частного партнёрства по восстановлению полноценности степных экосистем. Преемственность деятельности фонда «Возрождение Оренбургских степей» (2003–2013) и фонда «Возрождение оренбургской фауны» (2013–2016) при научном сопровождении Института степи УрО РАН способствовала созданию в 2016 г. научного стационара «Оренбургская Тарпания». Его территория, 35 га в виде вытянутого прямоугольника, расположена у границы участка ГПЗ «Оренбургский» «Предуральская степь». На стационаре разводятся копытные четырёх видов, представляющие два фаунистических комплекса: центральноазиатский (лошадь Пржевальского, верблюд) и тибетский (кианг, як). Успешно получен приплод: две лошади Пржевальского, по одному киангу, верблюду и яку. На настоящий момент стационаром выполняются следующие функции: коллекционная, генетическая, представительская, просветительская, туристическая, природоохранная.

Предназначением стационара является организация и проведение экспериментов по апробации фундаментальных разработок российского степеведения направленных на оптимизацию агроландшафтов и диверсификацию сельского хозяйства. Прежде всего, это относится к эффективному переосвоению неиспользуемых земель степной зоны, как правило, малопродуктивных, которых только в Оренбургской области насчитывается порядка 1 млн га. В этой связи стратегическими задачами являются:

- экспериментальное определение оптимальных режимов степного фитопользования, обеспечивающих функциональность степных экосистем по их конструктивной модели степи [2];

- экспериментальное сопровождение разработок в сфере диверсификации степного природопользования и инвариантности землепользования путём внедрения новационных природоподобных технологий;

- в целях импортозамещения: экспериментальное сопровождение разработок по развитию адаптивного животноводства, степного охотничьего хозяйства, степного агро- и экотуризма.

Деятельность стационара должна способствовать созданию продуктивных природно-агрогенных пастбищных ландшафтов с оптимальным набором степных копытных и устойчивыми фитоценозами.

План-стратегия предусматривает увеличение площади на 200 га за счёт прилегающего участка (чернозём южный + солонцово-степной комплекс + солонцы степные) с разработкой схемы территориальной организации расширенного стационара, включающего два больших вольера для совместного содержания диких и домашних степных копытных, а также вольеры для отдельных видов, фитопарк, экспериментальные площадки, туристическую инфраструктуру и тематические аттракционы. Предполагается расширение коллекции копытных: марал, польский конек, башкирская, казахская, якутская породы лошадей, равнинный бизон, архар, муфлон, закладка живой коллекции многолетних трав – питомника для фитомелиорации и

повышения плодородия малопродуктивных степных земель, в т. ч. с учётом рекомендаций В. И. Буянкина [1].

Предполагается организация станции мониторинга баланса углерода. На стационаре должна быть отработана функциональная модель комплексной степереабилитационной станции, тиражирующей экспериментально обоснованный набор видов пастбищных животных и многолетних трав, система которых, распределенная по сухостепной подзоне, сможет способствовать решению агроэкологических проблем степных регионов.

Работа выполнена по теме НИР Института степи УрО РАН «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды, №АААА-А17-117012610022-5

ЛИТЕРАТУРА

1. Буянкин В. И. Эффективность совмещенных посевов многолетних трав и способы повышения их долголетия и продуктивности / В. И. Буянкин // Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства : V Междунар. науч. эколог. конф., Краснодар : изд. КубГАУ, 2017. – С. 36–42.
2. Левыкин С. В. Степной вопрос России: от степеведения к степеномии / С. В. Левыкин, Г. В. Казачков // Успехи современной науки и образования, 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 211–219.
3. Чибилёв А. А. Заповедник «Оренбургский»: история создания и природное разнообразие / А. А. Чибилёв. – Екатеринбург : ООО «УИЦП», 2014. – 140 с.
4. Чибилёв А. А. Новая степная особо охраняемая природная территория в оренбургском Предуралье / А. А. Чибилёв, П. В. Вельмовский, С. В. Левыкин, А. А. Чибилёв (мл.) // Проблемы региональной экологии. – 2014. – Вып. 1. – С. 230–235.

УДК: 911.52(251.1): 333.4

К ПЕРЕЗАГРУЗКЕ СТЕПНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ: ОТ КРЕДИТНО-ПАХОТНОГО КОНСЕРВАТИЗМА И НЕВОСТРЕБОВАННОСТИ ЗЕМЕЛЬ К СОТВОРЧЕСТВУ ПРИРОДЫ СТЕПЕЙ И ЧЕЛОВЕКА ОТВЕТСТВЕННОГО

Левыкин Сергей Вячеславович, доктор географических, профессор РАН, Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

Казачков Григорий Викторович, кандидат биологических наук, Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

Яковлев Илья Геннадьевич, кандидат географических наук, Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

Грудинин Дмитрий Александрович, Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

На примере Оренбургской области констатируется углубление агроэкологических проблем степного юго-востока на фоне резкого ужесточения требований к целевому использованию сельхозугодий. Предлагаются научные основания для оптимизации агроландшафтов, тормозом для их реализации признаётся исходный социальный приоритет земельной реформы. Назрела необходимость примирить требования к использованию земель с их возможностями. Предложена южная граница богарного земледелия по осадкам, предложены принципы оптимизации структуры сельхозугодий и два типа агроландшафтного оборота.

Ключевые слова: аграрное землепользование, степная зона, структура сельхозугодий, агроландшафтный оборот, земельная реформа.

ON RELOAD OF STEPPE LAND USE: FROM LOAN AND PLOUGH CONSERVATISM AND LAND UNCLAIMEDNESS TO CO-CREATION BY STEPPE NATURE AND RESPONSIBLE HUMAN

Levykin S. V., Kazachkov G. V., Yakovlev I. G., Grudin D. A.

Aggravation of the steppe South-East agroecological problems on the background of hard tightening of requirements of proper agrarian land use is noted with the example of Orenburgskaya oblast. Scientific base of agrarian landscapes optimization is noted, the original social priority of agrarian reform is considered the impediment to the optimization. The necessity to reconcile requirements to land use with land abilities is noted. The southern border of dry farming by precipitation is proposed, principles of farmland structure optimization and two types of agrolandscape rotation are proposed.

Key words: agrarian land use, steppe zone, farmland structure, agrolandscape rotation, agrarian reform.

Агроэкологические проблемы степей, обусловленные трансформистским подходом к степной зоне, по-прежнему остаются высоко актуальными [11]. В 1990-е гг., по мере реализации земельной реформы, спонтанно сформировался залежный клин, в то же время усилилась деградация оставшихся пахотных земель на фоне общего спада животноводства.

Агроэкологические проблемы Оренбуржья сохраняются и продолжают углубляться на фоне резкого ужесточения государственных требований к целевому использованию сельхозугодий. За наличие залежей выписываются крупные штрафы [7, 9]. Обоснование оптимизации агроландшафтов с консервацией 1,3 млн га малопродуктивных пахотных угодий и развития на них адаптивного животноводства достаточно аргументировано [3, 4, 8, 10]. Полевыми исследованиями 2017 г. в Заволжско-Уральском степном регионе подтверждена продуктивность и устойчивость многолетних трав, созданных 25 лет назад [1]. Тем не менее принятая областная программа по созданию кормовой базы и развития мясного скотоводства, предполагающая залужение малопродуктивной пашни многолетними травами путём создания сети лугомелиоративных станций и питомников [5] практически свёрнута.

Главным тормозом оптимизации структуры сельхозугодий и развития травосеяния, на наш взгляд, является социальный, а не агроэкологический приоритет земельной реформы, заданный изначально. Позднесоветская структура сельхозугодий оказалась фактически спаянной возникшим правом собственности на землю с точностью до десятой доли гектара каждого вида угодий и наложенным обременением использовать долевою собственность строго по целевому назначению [6]. Очевидно, что первый шаг проведения земельных реформ должен быть структурным, с отделением малопродуктивной пашни, а не скрупулёзным дележом советского наследия между всеми сельскими жителями. Фактически сельским жителям были завязаны огромные объёмы советской пашни, полностью обработать которые в новых условиях было проблематично, да и далеко не вся эта земля оказалась рентабельной. В результате порядка 20 % сельхозугодий, в основном пахотных, на сегодня не востребованы: из 335 тыс. земельных долей общей площадью около 7 млн га не востребованы 64 тыс. общей площадью 1,24 млн га. Механизма «перезапуска» этой реформы пока нет, нам не известны правовые основания, да и прецеденты изменения вида разрешённого использования с пахотного на сенокосно-пастбищные с целью консервации малопродуктивной пашни отсутствуют. Исключением является явная непригодность почвенного покрова.

На данном этапе необходимо признать, что изначально выбранный путь реформирования землепользования нуждается в пересмотре. Наша принципиальная позиция такова, что в социальном и юридическом аспектах отказ от трудно реализуемого земельного права должен быть компенсационным, причём со стороны государства, а не фискальным. В агроэкологическом аспекте фискальное восстановление пашни до советских 6,0–6,5 млн га может привести к очередной агроэкологической катастрофе. Пыльные бури бесснежной зимы в Оренбуржье второй половины января 2018-го о том напоминание.

Необходимо вновь создать земельный фонд из неиспользуемых паёв, прежде всего на малопродуктивных землях, и уже в его рамках пересмотреть позднесоветскую структуру сельхозугодий в сторону принципиального увеличения сенокосно-пастбищных. Иными словами, наконец-то примирить требования к использованию земель с их возможностями. История степного землепользования доказала, что практически все попытки завышенных требований к степи с её кардинальным преобразованием заканчиваются неудачей. Всё чаще дают

эколого-экономические провалы попытки массового выращивания то кукурузы, то озимых, то подсолнечника. Современное российское степеведение, построенное на докучаевских идеях, имеет право принимать участие в решении извечного вопроса: где объективная граница «хороших» и «дурных» земель? Ведь экономический порог земледелия зависит не только от биопотенциала угодья, но и от проводимой аграрной политики в условиях меняющихся экономических параметров [2].

Первым принципиально важным шагом, с учётом агроэкологических, социальных и климатических тенденций, является агрополитическое или законодательное установление южной границы богарного земледелия в степной зоне. Согласно нашим оценкам, в современных условиях таковым должен быть рубеж осадков 300 мм/год, ниже которого риск земледелия слишком высок и даже биопотенциальная урожайность ниже уровня рентабельности [12]. На этом основании предлагаем принципы оптимизации структуры сельхозугодий степной зоны:

1) все технологичные земли в чернозёмной подзоне пока должны сохранять пахотный приоритет;

2) чем выше биопотенциал и плодородие почв, тем больше набор культур и доля пропашных, чем ниже биопотенциал – тем шире применение технологий «no till» без чистых паров;

3) чем ниже биоклиматический потенциал и выше рискованность земледелия, тем больше доля многолетних трав и естественных степных фитоценозов в агроландшафтах;

4) приоритет адаптивного животноводства в подзоне каштановых почв с его максимально возможной диверсификацией.

Осуществление этих принципов возможно на основе разработки и применения природоподобных технологий степного землепользования, среди которых ведущей является группа «долгой травы»: травосеяние, содействие естественному самовосстановлению степных фитоценозов, их различные комбинации. Как показали наши исследования, титульные степные травы, обладая высоким потенциалом самовосстановления, имеют тенденцию к активному старению при неиспользовании. Многолетние травы также снижают продуктивность к 7–8-му году жизни, хотя, по нашим полевым наблюдениям, вновь активизируются после ряда влажных лет и степных пожаров. Наиболее оптимальным условием реализации технологий «долгой травы» с соблюдением должной пропорции угодий и поддержанием наибольшей продуктивности травостоев является организация агроландшафтного оборота по типам:

1) для пахотнопригодных земель с наличием периода реабилитации почвы «долговременное поле – молодые и средневозрастные многолетние травы – стареющие травы – долговременное поле»,

2) для непахотнопригодных земель с разовым омоложением травостоев «однолетнее поле – залежь – молодая степь – зрелая степь – климаксная степь – однолетнее поле».

По нашим оценкам, на постцелинном пространстве Заволжско-Уральского степного экорегиона травосеянием и различного типа ландшафтооборотами может быть освоено не менее 5 млн га малопродуктивных залежных и пахотных земель. Кормовой потенциал этих земель оценивается в 0,5 млн голов КРС, при этом многократно увеличится функция этих земель по поддержанию ландшафтно-биологического разнообразия, выполнению иных особо ценных экосистемных услуг, прежде всего по депонированию углерода.

Работа выполнена по теме НИР Института степи УрО РАН: «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды», №ГР АААА-А17-117012610022-5

ЛИТЕРАТУРА

1. Буянкин В. И. Горчица и травы на Западе Казахстана / В. И. Буянкин – Уральск : Полиграфсервис, 1999. – 84 с.
2. Земля: как оценить бесценное. Методический подход к экономической оценке биопотенциала земельных ресурсов степной зоны / С. В. Левыкин [и др.] под общ. ред. С. В. Левыкина. – Новосибирск : Сиб. экол. центр, 2005. – 170 с.
3. Климентьев А. И. Почвенно-экологические основы степного землепользования / А. И. Климентьев. – Екатеринбург : УрО РАН, 1997. – 248 с.

4. Мясное скотоводство и перспективы его развития : сб. науч. тр. ВНИИМС. Вып. 53. – Оренбург, 2000. – 526 с.
5. «О дополнительных мерах по развитию мясного скотоводства в хозяйствах Оренбургской области на 1999–2005». Постановление Правительства Оренбургской области № 20-п от 01.06.99.
6. «О регулировании земельных отношений и развитии аграрной реформы в России». Указ Президента РФ № 1767 от 27.10.1993.
7. Оренбургский аграрий заплатит более миллиона рублей за брошенные поля // RIA 56.ru. – 10.01.2018. URL: <http://ria56.ru/posts/416546566546454.htm>
8. Русанов А. М. Концепция пахотопригодности земель: содержание и значение / А. М. Русанов // Экономико-правовые и экологические проблемы землепользования в условиях рыночной экономики России и стран СНГ (методология, теория и практика хозяйствования) : Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ч. 2. – Оренбург : ОГАУ, 2003. – С. 114–118.
9. Сорняки на поле оренбургского фермера оценили в 400 тысяч рублей // RIA 56.ru. – 9.01.2018. URL: <http://ria56.ru/posts/433256343225252.htm>
10. Чибилёв А. А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов / А. А. Чибилёв. – Свердловск : УрО АН СССР, 1992. – 172 с.
11. Чибилёв А. А. Степное землепользование и перспективы его модернизации в современных условиях / А. А. Чибилёв, С. В. Левыкин, Г. В. Казачков // Вызовы XXI века: природа, общество, пространство. Ответ географов стран СНГ. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – С. 156–182.
12. Levykin S. V. Application of the Soil-Ecological Multiplicative Index to Assess Suitability of Cis-Ural Chernozems for Cultivation with Due Account for Economic Parameters / S. V. Levykin, A. A. Chibilev, G. V. Kazachkov, and V. P. Petrishchev // Eurasian Soil Science, 2017. – Vol. 50 – No. 2. – P. 246–252.

СЕКЦИЯ 3

СМЕШАННЫЕ (СОВМЕЩЕННЫЕ) ПОСЕВЫ В СЕВООБОРОТЕ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ В РАЗВИТИИ И УЛУЧШЕНИИ АГРОЛАНДШАФТОВ

УДК 633.37:631.67

ВЛИЯНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ НА УРОЖАЙНОСТЬ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В СИСТЕМЕ СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА

Дрозд Дмитрий Андреевич, аспирант УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Республика Беларусь, г. Горки, drozd-dmitrii@mail.ru

Основной проблемой развития животноводческого комплекса в Республике Беларусь является острая нехватка высококачественного корма. Решить данную проблему можно путем организации сырьевого конвейера, состоящего из одновидовых или разнородных травостоев различной зрелости.

Ключевые слова: клевер луговой, сырьевой конвейер, влагозапасы, урожайность сухого вещества.

THE EFFECTS OF IRRIGATION NORMS OF CLOVER YIELDS IN THE SYSTEM OF RAW CONVEYOR

Drozd D. A.

The major problem of livestock production complex of the Republic of Belarus is insufficient high-quality feeds. The solution of this problem lies in the organization of raw conveyor consisting of one variety or various variety grasses of various maturity time.

Keywords: clover, raw conveyor, moisture accumulation, dry matter yield.

Одной из основных проблем современного агропромышленного комплекса, является острая нехватка высокоэнергетических и сбалансированных по питательным веществам кормов [3]. Основная причина снижения питательности кормов связана с несоблюдением технологии заготовки кормов, а именно с непроведением уборки травостоя в оптимальную фазу развития из-за нехватки сельскохозяйственной техники.

Одним из вариантов решения данной проблемы является организация сырьевых конвейеров из различных по зрелости культур. Проблемой организации сырьевых конвейеров занимались многие отечественные и зарубежные ученые [1, 5]. Анализ работ ученых позволил сделать вывод о том, что при организации сырьевых конвейеров предпочтение отдается многолетним бобовым травам. Наиболее предпочтительной культурой пригодной для организации сырьевых конвейеров является клевер луговой. Благодаря белорусским селекционерам, в настоящий момент выведено и районировано 22 сорта клевера лугового, которые отличаются сроками созревания [4]. Анализ литературного источника [2] позволил сделать вывод, что при правильном сочетании различных по зрелости сортов клевера лугового, можно добиться увеличения укосного периода с 10 до 25–30 дн.

Для проверки данных выводов на территории учебно-опытного оросительного комплекса «Тушково-1», который располагается на опытных полях УО «БГСХА», был заложен полевой опыт с посевом различных по зрелости сортов клевера лугового белорусской селекции: Цудоуны, Янтарный, Витебчанин и Мерея. Клевер был посеян беспокровно нормой высева 8 кг/га из расчета на 100 % посевную годность на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Водно-физические свойства почвы в расчетном слое следующие: плотность 1,38 г/см³, плотность твердой фазы 2,51 г/см³, наименьшая влагоемкость 21,54 %.

Схема регулирования водного режима следующая:

– контроль (без орошения);

- нижний предел оптимальной влажности почвы: 80 % от наименьшей влагоёмкости в слое 30 см;
- нижний предел оптимальной влажности почвы: 70 % от наименьшей влагоёмкости в слое 30 см.

Одним из основных факторов, оказывающих влияние на рост и развитие испытуемых сортов клевера лугового, являются атмосферные осадки.

В течении всего вегетационного периода 2016 г. наблюдалось неравномерное выпадение атмосферных осадков. Начало вегетационного периода характеризовалось обильным выпадением осадков, что привело к перенасыщению почвы и длительному сохранению почвенных влагозапасов. Однако несмотря на периодически выпадающие осадки в середине июля начал наблюдаться острый недостаток почвенной влаги, и в связи с этим на обоих орошаемых участках потребовалось проведение поливов. Полив совместно с выпадающими атмосферными осадками поддерживал влагозапасы на оптимальном уровне, однако активное развитие культуры после полного удаления сорного покрова привело к резкому снижению влагозапасов, и в середине августа были выполнены поливы на обоих орошаемых вариантах. Несмотря на это ненадолго поднятые влагозапасы выработались уже к концу августа, и на обоих орошаемых вариантах снова были проведены поливы. Поливы в середине августа ненадолго подняли влагозапасы, однако выполненный в этот период укос увеличил потребление влаги культурой, и в конце августа был выполнен последний полив на варианте 0,7 НВ и предпоследний на варианте 0,8 НВ. В начале сентября наблюдалось активное выпадение осадков, но их было недостаточно для поддержания влагозапасов на варианте 0,8 НВ в оптимальных пределах, и поэтому был выполнен завершающий полив. В конце сентября и начале октября влагозапасы были оптимальны и поддерживались за счет выпадающих атмосферных осадков.

Основной целью проводимых исследований было установление степени влияния орошения на сроки наступления основных фаз развития и сортов различной скороспелости клевера лугового и урожайность сухого вещества. В начале вегетационного периода сорная растительность сильно тормозила развитие клевера лугового, из-за чего различий в сроках наступления основных фаз развития не наблюдалось. Все сорта клевера лугового после скашивания сорной растительности вступили в фазу бутонизации-начала цветения практически одновременно, что не позволяет сделать вывод о влиянии орошения на сроки наступления основных фаз развития клевера. Наибольшее влияние орошение оказало на урожайность сухого вещества (таблица).

Таблица – Урожайность клевера лугового в зависимости от доз орошения

Фон	Сорт	1 укос	2 укос	За сезон	Прибавка, т/га	Оросительная норма, м ³ /га	Прибавка от орошения, т/м ³
Контроль	Меря	3,32	0,56	3,86	–	–	–
	Цудоуны	3,35	0,88	4,23	–		–
	Янтарный	2,76	1,02	3,78	–		–
	Витебчанин	2,55	0,87	3,42	–		–
0,7НВ	Меря	4,77	1,08	5,85	1,99	900	0,0022
	Цудоуны	4,77	1,24	6,01	1,78		0,0020
	Янтарный	4,08	2,09	6,17	2,39		0,0027
	Витебчанин	3,62	1,36	4,98	1,56		0,0017
0,8НВ	Меря	4,38	0,97	5,35	1,49	800	0,0019
	Цудоуны	4,25	0,93	5,18	0,95		0,0012
	Янтарный	2,95	1,08	4,03	0,25		0,0003
	Витебчанин	3,86	0,91	4,77	1,35		0,0017
НСР ₀₅ ^А				0,07			
НСР ₀₅ ^В				0,08			
НСР ₀₅ ^{АВ}				0,13			

Примечание:

Фактор А – фон увлажнения

Фактор В – сорт клевера лугового

Наибольшие выходы сухого вещества на всех сортах клевера лугового наблюдаются на фоне 0,7НВ. Так же урожайность сухого вещества фона 0,7НВ достоверно превышает урожайность фона 0,8НВ, что делает его более оптимальным при возделывании клевера лугового.

Кроме явного превышения урожайности сухого вещества, на фоне 0,7НВ наблюдается более рациональное использование оросительной и атмосферной воды, так как прибавки сухого вещества на фоне 0,7НВ превышают аналогичные прибавки на фоне 0,8НВ.

На основании всех полученных данных нельзя сделать точный вывод о степени влияния орошения на сроки наступления основных фаз развития клевера лугового, однако при возделывании каждого сорта по отдельности оптимальнее всего возделывание с поддержанием почвенных влагозапасов в пределах 70–100 % от наименьшей влагоемкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюкович А. Л. Многолетние травы в сырьевом сенокосном конвейере / А. Л. Бирюкович // Известия Национальной академии наук Беларуси. – 2004. – № 3. – С. 59–61.
2. Васько П. П. Успех животноводства кроется в траве / П. П. Васько, А. А. Боровик // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 1 (129). – С. 30–34.
3. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Беларуси на 2016–2020 годы : Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11.03.2016 № 196.
4. Государственный реестр сортов: каталог / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2016. – 288 с.
5. Седяков В. М. Агробиологические основы организации зеленых и сырьевых конвейеров из многолетних травостоев в условиях интенсивного ведения животноводства / В. М. Седяков [и др.] // Организация зеленых и сырьевых конвейеров для кормовой базы животноводства : сб. науч. тр. / отв. ред. С. Б. Степанов. – Л., 1990. – С. 4–12.

УДК 631.41:631.81

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ ЦЧР

Боронтов Олег Константинович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова», *Россия, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, vniiss@mail.ru*

Косякин Павел Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова», *Россия, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, kosyakinp@mail.ru*

Курындин Андрей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова», *Россия, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, kurynd@mail.ru*

Манаенкова Елена Николаевна, научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова», *Россия, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, vniiss@mail.ru*

В результате исследований установлено, что лучший режим влажности почвы под культурами звена севооборота сложился при отвальной глубокой системе обработки почвы. Физические свойства чернозёма мало изменялись и находились в оптимальных значениях для возделывания сельскохозяйственных культур, а содержание питательных элементов в почве увеличивалось.

Ключевые слова: основная обработка, чернозём выщелоченный, питательные элементы почвы, звено плодосменного севооборота, микробиологическая активность почвы, режим влажности почвы.

EFFECT OF SOIL TREATMENT AND FERTILIZER SYSTEMS ON AGROPHYSICAL AND AGROCHEMICAL PARAMETERS OF CHERNOZEM LEACHED IN CERTAIN PARTICULAR TREATMENT OF CENTRAL-CHERNOZEM REGION

Borontov O. K., Kosyakin P. A., Kuryndin A.V., Manaenkova E. N.

As a result of the research it was established that the best regime of soil moisture under the crop rotation was formed with the dumping of deep soil processing system. The physical properties of chernozem changed little and were in optimal values for the cultivation of crops, and the content of nutrients in the soil increased.

Key words: basic treatment, leached chernozem, nutrient elements of the soil, a link of fruit-bearing crop rotation, microbiological activity of soil, soil moisture regime.

Полевые культуры предъявляют различные требования к условиям произрастания и плодородию почвы, поэтому по-разному реагируют на факторы, связанные с почвой.

Наряду с неустойчивым и недостаточным увлажнением, которое характерно для ЦЧР, к числу факторов, лимитирующих урожай, подключается дефицит элементов питания. Данная проблема решается при внесении удобрений и обработке почвы. Установлено, что агротехникой возделывания культур возможно регулирование как водного, так и пищевого режима почвы, однако важен постоянный контроль основных агрофизических и агрохимических параметров почвы, что успешно решается в многолетних стационарных опытах [1, 2, 3, 4].

В плодосменном севообороте, заложенном в 1985 г., со следующим чередованием культур: чёрный пар, озимая пшеница, сахарная свёкла, ячмень с подсевом клевера, клевер на 1 укос, озимая пшеница, сахарная свёкла, однолетние травы, кукуруза на зелёный корм, изучено 4 системы основной обработки почвы: отвальная глубокая, отвальная мелкая, безотвальная, комбинированная; и 3 системы удобрений: контроль без удобрений, $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$ т навоза и $N_{59}P_{59}K_{59} + 11$ т навоза на 1 га севооборотной площади. Исследования проведены в 2015-2016 г.

Содержание питательных веществ различалось по системам обработки. Так, в посевах сахарной свёклы в пахотном слое почвы содержание (мг/кг) нитратного азота составило, в среднем за вегетацию 19,7–21,8; обменного калия – 99–133; подвижного фосфора – 106–155. Наибольшие значения соответствовали глубокой обработке почвы, а наименьшие – безотвальной. Динамика содержания питательных веществ за вегетацию показывает, что значительно всего, в 2,4 раза, сокращается содержание нитратного азота в почве, а снижение содержания подвижного фосфора и обменного калия составило 1,4–1,5 раза.

Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы на чёрном пару варьировало от 1,6 до 2,4 мг/кг; подвижного фосфора – от 110 до 157; обменного калия – от 89 до 211 мг/кг.

Динамика содержания питательных веществ за вегетацию показала, что содержание нитратного азота уменьшалось на 20 %; обменного калия – на 70%; подвижного фосфора – не изменялось. Наибольшее содержание питательных веществ отмечается при глубокой отвальной обработке, а наименьшее – при мелкой отвальной вспашке.

Содержание питательных веществ в посевах озимой пшеницы показало большую величину нитратного азота при безотвальной обработке почвы. Эта величина была в 2 раза выше, чем при других обработках, и составила в среднем за вегетацию 25,3 мг/кг. Наибольшее среднее содержание подвижного фосфора (16,2 мг/кг) и обменного калия (192,7 мг/кг), оказалось при глубокой отвальной обработке, что на 17–32 % превышало содержание элементов питания при других обработках. Аналогичное увеличение содержания питательных веществ наблюдалось в посевах ячменя при отвальной глубокой обработке.

Оценка режима влажности почвы под культурами севооборота показала, что суммарное водопотребление сахарной свёклы варьировало от 357 мм/га при безотвальной обработке до 380 мм/га при комбинированной и глубокой отвальной обработках. Максимальное водопотребление озимой пшеницы – 378 мм/га отмечено при мелкой отвальной обработке, а минимальное – 321 мм/га – при комбинированной.

Численность основных групп микроорганизмов варьировала в зависимости от основной обработки почвы. Так, количество аммонификаторов и зимогенной микрофлоры увеличивалось при комбинированной обработке. Условный коэффициент гумификации был выше при комбинированной обработке, численность фосфобактерий также увеличивалась. Количество иммобилизаторов азота при безотвальной обработке увеличивалось на 52–83 % по сравнению с отвальными обработками и составило 8,8 млн КОЕ. При этом количество микроорганизмов, использующих органический азот, было минимальным – 2,0 млн КОЕ. При комбинированной обработке почвы количество аммонификаторов составило 6,2 млн КОЕ, что в среднем в 2,2 раза выше, чем при других обработках почвы. Количество микроорганизмов, участвующих в синтезе гумусовых веществ, увеличивалось на 55 % по сравнению с глубокой обработкой. Наибольший коэффициент минерализации – 4,4 – соответствовал безотвальной обработке почвы, а наименьший – 0,8 – комбинированной.

Таким образом, исследованиями установлено, что питательный режим чернозёма выщелоченного под культурами парового звена плодосменного севооборота улучшался при отвальной обработке и ухудшался при безотвальной. Микробиологическая активность почвы активизировалась при безотвальной обработке почвы, однако условный коэффициент гумификации увеличивалась при комбинированной обработке. Лучший режим влажности почвы под озимой пшеницей, сахарной свёклой и ячменём складывался при комбинированной обработке (минимальный коэффициент водопотребления, больший расход влаги почвенных горизонтов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Воронежской области / Под общ. ред. А. В. Гордеева. – Воронеж : Квадра, 2013. – 446 с.
2. Боронтов О. К. Плодородие чернозема выщелоченного при многолетнем применении обработки и удобрений в севообороте ЦЧР / О. К. Боронтов, П. А. Косякин, С. Ю. Плотников, Е. Н. Манаенкова // Современные проблемы сохранения плодородия чернозёмов : Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 170-летию В. В. Докучаева. – Воронеж, 21–26 апреля 2016. – С. 111–120.
3. Косякин П. А. Динамика потребления элементов питания и урожайность культур плодосменного севооборота в зависимости от систем обработки чернозёма выщелоченного в Центрально-Чернозёмном регионе / П. А. Косякин, О. К. Боронтов, О. А. Минакова, Е. Н. Манаенкова, С. Ю. Плотников // Агрохимия. – 2016. – № 11. – С. 37–45.
4. Турусов В. И. Биологическая активность почвы в звеньях севооборотов / В. И. Турусов, В. М. Гармашов, И. М. Корнилов, Н. А. Нужная, С. А. Гаврилова // Актуальные вопросы сельскохозяйственных наук в современных условиях развития страны : Сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 14 января 2015 г. – С. 7–9.

УДК574:631.4:911.2

КРАСНАЯ КНИГА ПОЧВ РОССИИ И ЗАЩИТА ПЕДОСФЕРЫ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Сабодина Евгения Петровна, кандидат философских наук, МЗ МГУ им. М. В. Ломоносова, Россия, г. Москва, evgeniaot@mail.ru
Мельников Юрий Сергеевич, инженер, МЗ МГУ им. М. В. Ломоносова, Россия, г. Москва, evgeniaot@mail.ru

Достижения современного фундаментального почвоведения, представленные трудами Г. В. Добровольского и Е. Д. Никитина и их практическим воплощением в Краснокнижном движении, чрезвычайно актуальны как для Земли в целом, так и для Краснодарского края в частности. В содержании статьи отражена настоятельная необходимость дальнейшего развертывания особой охраны почв в рамках расширения краснокнижных объектов, подлежащих охране.

Ключевые слова: педосфера, особая охрана почв, фундаментальное почвоведение.

RED BOOK OF SOILS OF RUSSIA AND PROTECTION OF PEDOSPHERE IN KRASNODAR REGION

Sabodina E. P., Melnikov Y. S.

The achievements of the modern fundamental of soil science represented by the works of G. V. Dobrovolskii and E. D. Nikitin, and their practical embodiment in the Red movement is extremely urgent for the Earth as a whole, and Krasnodar region in particular. The content of the article reflected the urgent need to further deploy the special protection of soils within the expansion of endangered objects to be protected.

Key words: soil, special protection of soils, fundamental soil science.

Современный тренд взаимоотношений природы и человека, определяемый во многом экономическими процессами, показывает, что подавляющая часть антропогенных изменений биосферы ведет к структурно-функциональной разбалансировке и деградации биосферной системы и почвенной оболочки Земли. Практически все природные зоны испытывают на себе разрушительные антропогенные нагрузки, однако наибольшее стремление к эксплуатации природы человек проявляет в самых плодородных уголках планеты. К числу таких благословенных, творцом отмеченных природных объектов, несомненно, принадлежит и Краснодарский край.

За 25 лет земли сельскохозяйственного назначения в РФ уменьшились почти на 40 % и в 2015 г. составили 386,5 млн га [3].

Однако в Краснодарском крае, в силу уникальной плодородности почв, такого сокращения не произошло, что влечет за собой как положительные, так и отрицательные последствия. К положительным следует отнести, прежде всего, высокую эффективность краевого сельскохозяйственного производства. Успехи в развитии сельского хозяйства края во многом обусловлены более чем полувековым предыдущим рациональным природопользованием, в котором немалую роль сыграли работы по созданию почвозащитных лесополос, смягчившие недостаток влаги в засушливые периоды.

Государственная политика XX века в необходимой мере использовала достижения фундаментального почвоведения, созданного В. В. Докучаевым и продолженного в работах академика РАН Г. В. Добровольского и лауреата Государственной премии РФ Е. Д. Никитина. В. В. Докучаев подчеркивал: «...если действительно хотят поднять русское земледелие – еще мало одной науки и техники, еще мало одних жертв государства; для этого необходима добрая воля, просвещенный взгляд на дело и любовь к земле самих земледельцев... [1, с. 415]. Одним из наиболее значимых достижений современного почвоведения является подготовка и издание под редакцией Г. В. Добровольского и Е. Д. Никитина Красной книги почв России [2], положившей начало организации Особой охраны почв с учетом новейших достижений отечественного почвоведения.

Присутствие в Красной книге почв России 7 объектов от Краснодарского края [2, с. 217–221] является весьма положительным, но недостаточным фактором для организации системной защиты почв края. Фундаментальное почвоведение раскрыло целый ряд пропорциональных соотношений между почвами, находящимися в хозяйственной деятельности человека, и почвами, находящимися под особой охраной [4, с. 488], соблюдение которых позволит найти правильные подходы к установлению гармонии взаимоотношений между человеком и природой в Краснодарском крае и обеспечить не только нашим современникам, но и будущим поколениям основы благополучия. Не следует забывать, что русские черноземы, часть которых расположена в Краснодарском крае являются не только региональным, но и планетарным достоянием. Незнание основ научного почвоведения и следующая из этого незнания невозможность учитывать достижения фундаментального почвоведения в землепользовании уже приводили российское народное хозяйство к катастрофе. В. В. Докучаев писал в конце XIX века: «...поразительный неурожай, который охватил до трети лучшей черноземной полосы нашего Отечества, и та засуха, которая местами продолжалась целые месяцы... (бросили вызов науке и практике землепользования – прим. авт.)... чтобы поставить возможно пра-

вильный диагноз болезни, чтобы наметить те меры, которые, основываясь на истории развития недуга, единственно надежны и целесообразны, мы попытаемся реставрировать наши черноземные степи – эту общепризнанную житницу России, которая, к величайшему сожалению, оказалась пустой в самое нужное и тяжелое для нас время...» [1, с. 268].

Черноземы были восстановлены трудом народных масс в течение более полувековой деятельности, основанной на научных данных фундаментального почвоведения, в том числе и за счет реализации идей В. В. Докучаева по выращиванию лесополос. Однако время не стоит на месте, возникают новые задачи и необходимость их решения. Почвоведы, разработав основные положения Краснокнижного почвозащитного дела, предложили новый этап в развитии землепользования, следование научным рекомендациям почвоведения не позволит допустить вероятных антропогенных катастроф и защитит русские черноземы. На новом этапе произошло и более глубокое понимание определения почвы: «осознавая почву как узел планетарно-космических и ноосферных связей определяем процесс сохранения почвенных ресурсов и создания Красной книги почв России как процесс, идущий в соответствии с общей планетарной эволюцией...» [4, с. 490]. Дело теперь в рациональности мышления и доброй воле всех, кто, так или иначе, задействован в данной области. Поэтому мы считаем проведение научной конференции международного масштаба по экологической проблематике в городе Краснодаре актуальным и полезным событием в деле популяризации охраны природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаев В. В. Дороже золота русский чернозем / В. В. Докучаев, – М.: Изд-во МГУ. 1994. – 543 с.
2. Красная книга почв России: объекты Красной книги и кадастра особоценных почв / науч. ред. Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М., 2009. – 575 с.
3. Романова Е. К. Состояние и динамика развития земельного фонда РФ / Е. К. Романова // Инновационная экономика : материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2016 г.). – Казань : Бук, 2016. – С. 6–10.
4. Сабодина Е. П. Философские основания сохранения почв как узла планетарно-космических и ноосферных связей и предотвращение гуманитарной и экологической катастрофы / Е. П. Сабодина // Вестник национального института бизнеса. – Вып. 9. – М., 2009. – С. 486–490.

УДК 631.584.5:633.358]:504.732

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ГОРОХА В СЕВООБОРОТЕ ПРИ ОРГАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Зеленская Ольга Всеволодовна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар*, zelenskayaolga-2011@mail.ru

В органической системе земледелия применяется совмещение посевов сельскохозяйственных культур с учетом экологических требований растений. При использовании смешанных посевов гороха и овса в производственных условиях учитывали особенности роста и развития растений, сроки наступления фаз вегетации, конкурентоспособность, строение надземных органов и корневой системы. Темпы роста растений злакового и бобового компонентов смеси различались в разные периоды вегетации. При смешанном посеве было отмечено увеличение урожая зеленой массы на единицу площади.

Ключевые слова: органическое земледелие, севооборот, горох, овес, смешанные посевы, плодородие почв, урожай.

THE CULTIVATION OF MONOSPECIFIC AND MIXED CROPS OF PEA IN CROP ROTATION IN ORGANIC FARMING SYSTEM

Zelenskaya O. V.

The combination of crops used in organic farming system considering the ecological requirements of plants. Characteristics of growth and development of plants, the timing of the onset of vegetative phases, competitiveness, and the structure of the overground and underground organs of plants were considered in using mixed crops of pea and oat in field conditions. Growth rate of cereal and leguminous components of mix varied in different growth periods. Additional fresh yield per unit area was observed in the case of mixed crops.

Key words: organic farming system, crop rotation, pea, oat, mixed crops, soil fertility, yield.

Основная роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур на современном этапе развития земледелия должна принадлежать естественным процессам, адаптированным к конкретным агроландшафтам. Биологическое и структурное разнообразие, присущее природным биогеоценозам, может поддерживать в агроэкосистемах многие процессы, в том числе связанные с трансформацией вещества и энергии. Одним из наиболее перспективных направлений агроландшафтного производства является создание смешанных и совмещенных посевов сельскохозяйственных культур [1, 6]. При совмещенных посевах необходимо учитывать биологические и экологические требования каждой культуры, поэтому особое внимание следует уделять выбору различных компонентов смеси по их форме, размеру, скорости роста и т. д. [2].

Перспективной высокобелковой зернобобовой культурой при совмещенных посевах для целей кормопроизводства является горох посевной (*Pisum sativum* L.). Он имеет кормовое и пищевое значение, а также благодаря азотфиксации способствует повышению плодородия почв в севообороте. Посевы гороха способствуют также защите почв от водной и ветровой эрозии [3]. Использование гороха в смешанных посевах с зерновыми культурами усиливает биологическую активность почвы. Подсчитано, что численность аммонифицирующей микрофлоры в почве посевов пшеницы с горохом возрастала в 2,1 раза по сравнению с чистыми посевами [4]. Возделывание на полях севооборота злаково-бобовой смеси способствует меньшему засорению площадей сорняками за счет большего их затенения, сдерживает развитие болезней, улучшает качество урожая семян и вегетативной массы.

Цель исследований – изучить биоэкологические особенности гороха в одновидовом и смешанном посевах и определить урожайность зеленой массы в полевых условиях.

Материалы и методы. Исследования проводились на полях севооборота в Славянском районе Краснодарского края в 2016–2017 гг. Климат умеренно континентальный, с недостаточным увлажнением. Среднегодовая температура воздуха +11 °С. Район благоприятен для возделывания сельскохозяйственных культур. Осадки в период вегетации культур в основном были равномерными. Однако следует отметить, что в мае 2017 г. осадков выпало значительно выше нормы – 113 мм.

Изучаемый суходольный участок по местоположению относится к переходнodelьтовому ландшафтному району с распаханной плавнево-луговой и разнотравно-злаковой растительностью с рисоводческо-кормовым агроценозом. Рельеф равнинный. Высота участка над уровнем моря 6–8 м. Глубина залегания грунтовых вод около 2 м. Агроландшафт сложен голоценовыми и современными аллювиальными отложениями тяжелого и среднего гранулометрического состава мощностью до 10 м с прослоями торфа. Почвы изучаемого участка аллювиальные луговые. Они хорошо обеспечены элементами минерального питания, по степени засоления – нейтральные и слабозасоленные. Содержание гумуса в среднем 3–3,5 %. По экологической оценке почвы относятся к I категории, и здесь не требуется регулирования факторов плодородия [7].

В полевом опыте использовали растения ярового гороха сорта Ареал и овса сорта Астор. Сорт Ареал – зерноукосный, характеризуется хорошей семенной продуктивностью и высокой урожайностью зеленой массы (до 372,7 ц/га). Позднеспелый, вегетационный период

90–110 дн. Семена средней крупности. Урожайность семян – 33,4 ц/га. Содержание белка в семенах 24–26, в сене – 15–17 % [3]. Сорт овса Астор предназначен для выращивания на зеленую массу на корм животным. Растения среднерослые – 98–119 см, стебель прочный, устойчив к полеганию. Сорт среднеспелый, вегетационный период в зависимости от условий выращивания составляет 92–115 дн.

Посев гороха и злаково-бобовой смеси проводили механизированным способом. Норма высева в смешанном посеве гороха – 60, овса – 80; гороха в чистом посеве – 300 кг/га. Посев рядовой, междурядья 15 см. Минеральные удобрения не вносили. Средства защиты растений не применяли.

Биометрические измерения проводили раз в 2 недели, начиная с появления всходов и до уборки. Кроме того, измеряли плотность посева (количество растений/м²), отмечали сроки наступления фаз вегетации.

Предшественник смешанного посева овса и гороха – тритикале (гибрид ржи и пшеницы). Предшественник одновидового посева гороха – кукуруза. Уборку проводили в первой декаде июня механизированным способом, учитывали урожайность зеленой массы.

Результаты исследования. Для целей кормопроизводства часто используют совмещенные и смешанные посевы, в основном это злаково-бобовые смеси. Они пригодны для использования на зеленый корм непосредственно после скашивания, а также обладают большей питательной ценностью по сравнению с одновидовыми посевами кормовых злаков из-за высокого содержания протеина в бобовом компоненте. Так, в совместном посеве кукурузы и донника однолетнего сбор переваримого протеина увеличивался до 0,59 т/га, что в 1,8 раза выше по сравнению с контрольными посевами кукурузы [8].

В органическом земледелии поступление азота в систему почва-растение происходит в результате внесения органических удобрений и симбиотической фиксации азота при выращивании бобовых культур. Севообороты с использованием злаково-бобовых смесей позволяют не применять минеральные удобрения на полях. В нашем эксперименте на одном и том же участке последовательно высевались кормовые смеси гороха и овса, вики и тритикале без применения удобрений. Эффективность выращивания смеси гороха и овса определяли по отношению к одновидовому посеву гороха, учитывая темпы роста и развития растений и накопление ими биомассы.

С экологической точки зрения смешанные посевы овса и гороха имеют ряд преимуществ [5]. Во-первых, лучше используется солнечная энергия за счет того, что листья располагаются в разных ярусах, что способствует повышению эффективности фотосинтеза. Во-вторых, растения гороха имеют естественную опору и не полегают. Это облегчает механизированную уборку таких посевов. В-третьих, более полно используется плодородие почвы, так как при правильном подборе культивируемых видов корневые системы растений закладываются и развиваются в разных почвенных горизонтах. Следовательно, в смешанных посевах бобовых и злаковых культур растения не полегают, хорошо освещаются, проветриваются, что положительно сказывается на накоплении зеленой массы и препятствует образованию корневых гнилей.

Посев культур овса и гороха проводили одновременно в первой декаде марта 2017 г., и основной целью его являлось увеличение урожая зеленой массы на единицу площади. Всходы растений были отмечены через 2 недели после посева. Плотность смешанного посева составила в среднем: $73 \pm 2,5$ растений овса и $32,0 \pm 2,0$ растений гороха на 1 м². Плотность чистого посева гороха в контрольном варианте – $120 \pm 3,0$ раст./м².

Измерения, описания и отбор растений для анализа проводили через месяц после появления всходов и далее раз в 2 недели до уборки растений на зеленую массу. В апреле были отмечены более высокие темпы роста овса по сравнению с горохом, его растения превышали растения гороха по высоте почти вдвое. Это говорит о конкурентоспособности овса на ран-

них этапах развития. Высота растений гороха и развитие корневой системы растений в чистом посеве и в смешанном отличались незначительно (таблица 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели развития растений гороха, см

Признак	Горох (чистый посев)	Горох + овес (смешанный посев)
Апрель		
Высота растения	$13,8 \pm 0,4$	$13,7 \pm 0,1$
Длина корня	$7,3 \pm 0,2$	$6,9 \pm 0,3$
Май		
Высота растения	$27,8 \pm 0,8$	$30,0 \pm 1,0$
Длина корня	$10,4 \pm 0,5$	$13,2 \pm 0,5$
Июнь		
Высота растения	$65,0 \pm 0,6$	$79,3 \pm 0,8$
Длина корня	$17,0 \pm 0,2$	$19,5 \pm 0,4$

В первой декаде мая растения овса находились в фазе кущения и превышали по высоте растения гороха на 28 %. Горох при этом находился в фазе образования усев. Высота растений гороха в чистом и смешанном посеве по-прежнему была примерно одинаковой. Однако в течение мая горох в смешанном посеве рос быстрее и к началу уборки его растения превышали по высоте растения одновидового посева на 18 %. В целом темпы роста растений гороха в смешанном посеве с овсом были выше по сравнению с чистым посевом гороха.

К началу июня горох находился в фазе цветения, а у отдельных растений овса наблюдался выход в трубку. На этой стадии горох развивался опережающими темпами и его растения уже на 22 % превосходили по высоте растения овса, служившие им опорой (рисунок).

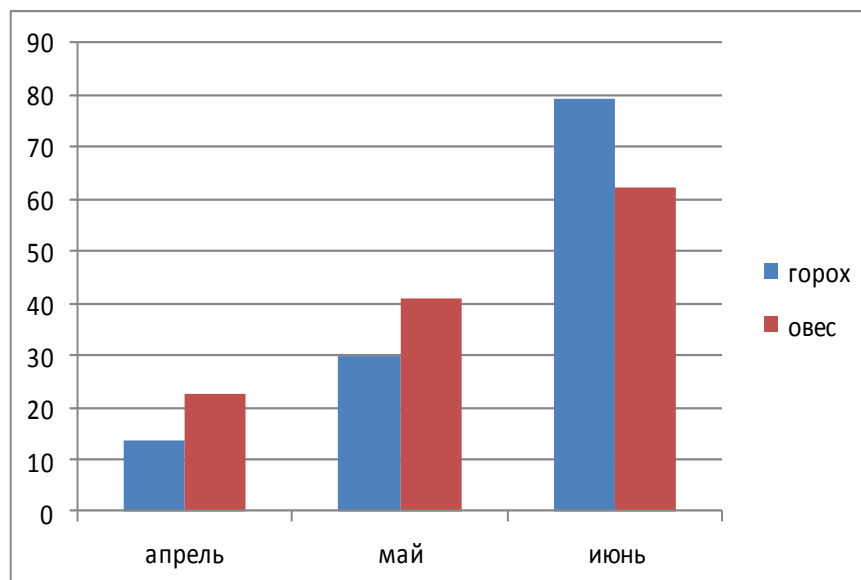


Рисунок – Высота растений гороха и овса в смешанном посеве

Такой результат по соотношению темпов роста овса и гороха и высоты их растений в смешанном посеве, возможно, связан с погодными условиями 2017 г., когда выпавших в мае осадков отмечалось 166 % от нормы. Это согласуется с данными А. П. Исаева (1973), полученными в опытах со смесями овса и зернобобовых культур. В засушливые годы угнетающее действие овса на бобовые культуры было значительнее, и доля бобовых культур в смеси снижалась. При достаточном обеспечении влагой доля бобовых культур в смеси возрастала.

Определение первичной продуктивности растений гороха показало, что сухая масса надземной части на 8 % выше в смешанном посеве по сравнению с одновидовым. В итоге урожайность зеленой массы смешанного посева составила 220, а чистого посева гороха – 204 ц/га.

Закключение. Проведенные нами исследования выявили преимущество смешанного посева овса и гороха для целей кормопроизводства. Темпы увеличения зеленой массы были высокими, при этом полученная кормовая смесь использовалась на корм крупному рогатому скоту непосредственно после уборки. Севооборот с чередованием сельскохозяйственных культур (злаки – зернобобовые смеси) в органическом земледелии способствует получению высоких урожаев и сохранению плодородия почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Совмещенные посевы однолетних культур – важная проблема практической экологии / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 102 (08). – 25 с.
2. Белюченко И. С. Состояние изученности поведения растений в совместных посевах / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов, Н. В. Шугай // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 15–47.
3. Брежнева В. И. Селекция гороха разных направлений использования для условий Северного Кавказа: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Брежнева Валентина Ивановна. – Краснодар, 2006. – 45 с.
4. Гордеева Т. Х. Биологическая активность почвы и продуктивность смешанных бобово-злаковых агроценозов / Т. Х. Гордеева, С. И. Новоселов // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта : Междунар. науч. экол. конф. / под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар, КубГАУ, 2016. – С. 197–201.
5. Зеленская О. В. Экологическое обоснование использования гороха в органическом земледелии при совмещенных посевах / О. В. Зеленская, Н. С. Кононова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. эколог. конф. / под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 748–750.
6. Кшникаткина А. А. Смешанные посевы кормовых культур / А. А. Кшникаткина. – Симферополь : изд-во «Крым», 2014. – 46 с.
7. Система рисоводства Краснодарского края / под ред. Е. М. Харитонова. – 2-е изд., доп. – Краснодар : ВНИИ риса, 2011. – 316 с.
8. Троц В. Б. Высокобелковые растения в совместных посевах с кукурузой на силос / В. Б. Троц, З. Ф. Сафаров // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: Междунар. науч. экол. конф. / под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 24–28.

УДК 633.13/367

МИКРОРЕЛЬЕФНЫЙ ПОСЕВ КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ СОВМЕЩЕННЫХ ПОСЕВОВ ЗЛАКОВО-БОБОВЫХ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ СМЕСЕЙ

Камасин Сергей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры растениеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Республика Беларусь, г. Горки.

Представлены преимущества микрорельефного способа посева, позволяющие решить проблемы совмещенных посевов злаково-бобовых зерносмесей.

Ключевые слова: микрорельефный способ посева, овес, люпин, почвенные гребни, бобовые, зерновые злаки.

MICRORELIEF SOWING AS A METHOD OF SOLVING PROBLEMS OF COMBINED SOWS OF CEREAL - BEANS OF GRAIN FUSION MIXTURES

Kamasin S. S.

The presented advantages of the microrelief method of sowing, which allow solving the problem of combined crops of cereal-legume grain mixtures.

Keywords: Microrelief method of sowing, oats, lupines, soil combs, legumes, cereals.

Основными проблемами, не позволяющими полностью реализовать преимущества совмещенных и смешанных посевов злаково-бобовых зернофуражных смесей, являются следующие:

1. Зерновые злаки и зернобобовые культуры требуют различных доз внесения азотных удобрений. Первые порядка 120 кг/га, зернобобовые – не более 30–60 кг/га действующего вещества.

2. Ячмень и овес отличаются более быстрыми темпами роста и способны затенять растения гороха, особенно люпина и сои, в начальные периоды роста и развития.

3. Зернобобовые культуры, особенно при симбиотрофном азотном питании, требуют более высоких температур и большей степени аэрации почвы по сравнению с зерновыми злаками.

4. Семена гороха требуют более глубокой заделки – 5–6 см (до 8 см), чем семена ячменя и овса – 3–4 см.

5. Существует большая вероятность полегания горохово-ячменных, горохово-овсяных и вико-овсяных зерносмесей.

6. При выращивании гороха, особенно люпина, вики, в смеси со злаковыми культурами возникает проблема подбора гербицида, который можно применять в эффективной дозе без угнетения одного из компонентов смеси.

7. Зернобобовые культуры, особенно люпин, требуют более глубокого пахотного горизонта почвы, чем зерновые злаки.

8. Возможен "конфликт интересов" ризосферных микроорганизмов в зоне пересечения функционирующих корней злаков и бобовых.

9. Имеет место аллелопатическое воздействие ячменя на проростки люпина.

10. Традиционный способ посева не решает проблем загрязнения окружающей среды пестицидами и минеральными удобрениями на склоновых землях в бассейнах рек и озер.

Для устранения указанных проблем и создания дополнительных преимуществ нами был предложен микрорельефный способ посева злаково-бобовых зерносмесей [3].

При данном способе в процессе посева формируются почвенные гребни равнобедренно треугольной формы, в которые высевается бобовый компонент смеси из туковых ящиков сеялки передними сошниками, а злаковый компонент высевается между почвенными гребнями задними сошниками сеялки из семенных ящиков (фото 1, 2).



Фото 1 – Микрорельефный посев сеялкой СЗУ-3.6



Фото 2 – Микрорельефный посев с использованием люпино-овсяной смеси

Высота гребней равна половине их основания (при использовании сеялки СЗ – 14 ... 15 см).

Сформированный микрорельеф почвы вызывает микроклиматические изменения (повышается температура и степень аэрации почвы внутри гребней, увеличивается влажность и понижается температура между почвенными гребнями) и обуславливает целый ряд предпосылок увеличения урожайности обоих компонентов смеси:

1. Площадь поверхности почвы увеличивается на 41 %, что позволяет снизить конкуренцию за свет между компонентами смеси в начальные периоды развития, когда происходит закладка будущих генеративных органов, количество и качество которых зависит, в том числе, и от степени освещенности.

2. Увеличивается продуктивная кустистость и озерненность соцветий злакового компонента смеси в силу того, что между почвенными гребнями концентрируется нитратный азот, повышается влажность почвы и понижается ее температура. В конечном итоге зерновые злаки удлиняют период вегетации, но формируют большую урожайность по сравнению с традиционным способом посева.

3. Увеличение пахотного горизонта и температуры почвы в гребнях, а также активизация симбиотического комплекса за счет усиления аэрации способствуют увеличению количества бобов на растениях бобовых, количества семян в бобах и массы 1000 семян. Также этому способствует подъем стартовой точки роста бобовых, которые отличаются от злаков более медленным темпом в начальные фазы роста.

4. Семена обоих компонентов смеси высеваются на оптимальную для каждого из них глубину.

5. Уменьшаются потери при уборке в случае полегания посевов, так как полегшие растения соприкасаются с почвой только на вершинах гребней, быстрее просыхают, препятствуют прорастанию сорняков, а подъемные пальцы мотовила жатки могут захватывать пласт полегших растений ниже уровня его расположения.

6. Объем почвы с максимальным воздухообменом (0–10 см) при формировании гребней высотой 15 и шириной 30 см, по основанию увеличивается на 34 %, что активизирует жизнедеятельность полезной аэробной (свободно живущей, ризосферной, симбиотрофной) микрофлоры и может способствовать повышению не только эффективного, но и потенциального плодородия почвы.

7. Дополнительное оборудование сеялки сошниками-окучками и профилирующе-прикатывающими катками позволяет производить посев после однократной культивации зяби или по весновспашке.

8. Подъем корневой системы бобовых по отношению к корням злаков теоретически позволяет увеличить долю симбиотического азота, получаемого последними за счет прижизненного отмирания корневых волосков и корневых выделений бобовых.

9. Появляется возможность снижения общей нормы минерального азота до 45 кг д. в./га, в т. ч. 30–35 кг/га в виде подкормки в фазу «середина-конец» кущения злаков, поскольку гранулы твердых азотных удобрений скатываются с гребней, по сути удваивая дозу подкормки для зерновых и не нанося существенного ущерба симбиотическому комплексу бобовых.

10. Чередование рядков бобовых и злаковых культур ограничивает их перезаражение болезнями и вредителями, специфичными для каждого из них, что уменьшает обработки посевов фунгицидами и инсектицидами.

11. При микрорельефном способе посева, на поверхности оказывается средний слой пахотного горизонта, наименее засоренный семенами сорняков, что позволяет снизить гербицидную нагрузку на посевы.

12. Созданный микрорельеф почвы позволяет производить междурядную поверхностную обработку посевов [2] и полностью исключить применение гербицидов. Важность данного момента заключается не только в возможности ведения органического земледелия, но еще и в том, что в настоящий период нет гербицидов, которые не оказывали бы негативного влияния различной степени на один из компонентов смеси. Особенно это актуально для совместных посевов люпина, вики и зерновых злаков.

13. Исключается вероятность изменения местоположения высеванных семян в почве от воздействия заделывающих механизмов, так как заделка семян между гребнями осуществляется за счет осыпания почвы с гребней после их прикатывания профилирующе-прикатывающими катками сеялки.

14. Появляется дополнительное углекислотное питание растений из-за увеличения поверхности «испарения» CO_2 почвой, но, в конечном итоге, количество CO_2 , связанное в урожае, будет больше выделенного почвой.

15. Посев озимых зерновых и вики озимой поперек господствующих ветров будет способствовать дополнительному снегонакоплению, но более раннему сходу снега после освобождения от снега вершушек гребней.

16. Микрорельефный посев поперек склонов, особенно в бассейнах рек и озер, будет иметь не только противозрозионное значение, но и предотвратит смывание минеральных удобрений с дождем [1]. Результаты модельных опытов в среднем за 5 лет исследований представлены в таблице.

Таблица – Урожайность люпина узколистного и овса посевного в чистых и совмещенных посевах, в т. ч. на микрорельефе почвы.

Варианты	Люпин, ц/га	Овес, ц/га	Общий сбор с варианта, ц/га	Суммарный (производный) сбор, ц/2 га
В–1. Контроль 1. Люпин в чистом виде (1,2 млн шт/га семян 100 % ПГ)	23,0	-	23,0	59,7
В–2. Контроль 2. Овес в чистом виде (5 млн шт/га семян 100 % ПГ)	–	36,7	36,7	
В–3. Люпин (0,6 млн. шт/га) + овес (2,5 млн шт/га семян 100 % ПГ)	11,6	20,5	32,1	64,2
В–4. Микрорельефный вариант (люпин 0,6 млн шт/га + овес 2,5 млн шт/га, семян 100 % ПГ)	16,9	28,0	44,9	89,8

Из данных таблицы видно, что при половинной от контроля 1 норме высева люпина на варианте с микрорельефом, урожайность составила 73 % от контроля, что на 23 % больше, чем при гладком посеве. Применительно к овсу урожайность составила 76 % от контроля 2, что на 20 % выше, чем на варианте 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камасин С. С. Экологические и ресурсосберегающие аспекты микрорельефной технологии выращивания злаково-бобовых зернофуражных смесей / С. С. Камасин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2004. – Вып. 4. – С. 45–47.

2. Пат. ВУ 3887 С 1. Культиватор для междурядной обработки почвы на полях с микрорельефным способом посева / С. С. Камасин. № 950987; Заявл. 21.12.1995; опубл. 14.12.2000. Мн.: Белгоспатент. 2000. –4 с.

3. Пат. ВУ 2186 С 1. Способ одновременного посева разных сельскохозяйственных культур / С. С. Камасин. № 950186; Заявл. 06.04.1995; Опубл. 13.01.1996. Мн.: Белгоспатент. 1996. –3 с.

О СОВМЕЩЕННОМ ПОСЕВЕ ТРЕХ КУЛЬТУР В ТАДЖИКИСТАНЕ

Партоев Курбонали, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ, Таджикистан, г. Душанбе, pkurbonali@mail.ru

Садридинов Сайфидин, кандидат сельскохозяйственных наук, Институт экономики и демографии АН РТ, Таджикистан, г. Душанбе, sadridins2018@mail.ru

Сафармади Мирзоали, научный соискатель, Центр инновационного развития науки и новых технологий АН РТ, Таджикистан, г. Душанбе, safarmadi.mirzoali.1991@mail.ru

В условиях орошаемого клина в селе «Мирзобек» сельсовета «Гулистон» Рудакинского района исследовалось влияние совмещенного посева трех кормовых культур (топинамбура + подсолнечник + кукуруза). Посадку клубней топинамбура, совместно с севом семян подсолнечника и кукурузы, проводили в середине апреля в течение 2014–2016 гг. Совмещенный посев культур провели по схеме 70×35 см. Делянки опыта состояли из 4 рядов с общей площадью $2,8 \text{ м} \times 3,5 \text{ м} = 9,8 \text{ м}^2$, по 40 растений на делянку. Изучали два варианта опыта по совмещенному посеву культур: чистая посадка топинамбура (контроль); совмещенная посадка топинамбура с подсолнечником и кукурузой. Эксперименты в условиях Гиссарской долины Таджикистана показали, что при совместном посадке топинамбура с подсолнечником и кукурузой с одного га можно собрать 125,8 т/га общего урожая зеленой массы против 89,6 т/га при чистой посадке топинамбура, или на 40,4 % меньше, чем при совмещенном посеве трех культур. Из общей биологической массы 125,8 т/га при совмещенном посеве трех культур (топинамбур + подсолнечник + кукуруза) 69,2 т/га (или 55,0 %) приходилось на долю топинамбура 30,6 т/га (или 24,3 %) – на подсолнечник и 26,0 т/га (или 20,7 %) – на растения кукурузы. Следовательно, при совмещенном посеве топинамбура, подсолнечника и кукурузы урожай зеленой массы топинамбура на 12,6 т/га (или 22,3 %) больше, чем урожайность подсолнечника и кукурузы вместе взятых. Проведение укоса во второй половине июля надземной массы совмещенного посева кормовых культур вызывает уменьшение урожайности клубней топинамбура на 4,5 т/га (или на 9,2 %).

Ключевые слова: топинамбур, подсолнечник, кукуруза, совмещенный посев, урожайность.

ABOUT COMBINED PLANTING OF THREE CROPS IN TAJIKISTAN

Partoev K., Sadridinov S., Safarmadi Mirzoali

The made experiments in the conditions of the Gissar valley of Tajikistan have shown that at combined landing american artichoke with sunflower and maize with one hectare can collect 125,8 t/hectares of the general crop of green weight, against 89,6 t/hectare at pure landing american artichoke (or on 40,4 % it is less, than at the combined crops of three cultures). From the general biological weight in number of 125,8 t/hectares at the combined crops of three cultures (american artichoke + sunflower + maize) 69,2 t/hectares (or 55,0 %) on a share american artichoke are necessary 30,6 t/hectares (or 24,3 %) on sunflower and 26,0 t/hectares (or 20,7 %) on a maize plant. Hence, at the combined crops american artichoke, sunflower and maize a crop green weights american artichoke on 12,6 t/hectares (or 22,3 %) more than crop of sunflower and maize instead of the taken. Hay crop carrying out in the second watering of July of elevated weight of the combined crops of forage crops causes reduction of a crop of tubers american artichoke on 4,5 t/hectares (or on 9,2 %).

Keywords: american artichoke, sunflower, maize, the combined crops, productivity.

Ряд ученых-агровладельцев Республики Таджикистан разработали и рекомендовали способы совмещенных посевов зерновых, зернобобовых и кормовых культур для повышения отдачи орошаемых земель в республике [2–4]. Экспериментальные работы по определению влияния совмещенного посева трех кормовых культур в условиях орошаемого клина провели на территории села «Мирзобек» сельсовета «Гулистон» Рудакинского района. Почва опытного участка – обычный серозем с тяжелым механическим составом. Предшественником была многолетняя люцерна. Осенью перед вспашкой в почву вносили фосфорные и калийные удобрения, из расчета соответственно 70 и 25 кг/га (в д. в.). На опытном участке осенью провели зяблевую вспашку на глубину 28–30 см. После проведения вспашки через 3 дня при помощи культиватора КР-4 провели нарезки борозд. Высота гребня рядов составила 20–25 см. Посадку клубней топинамбура совместно с севом семенами подсолнечника и кукурузы проводили в середине апреля в течение 2014–2016 гг. по схеме 70×35 см. Делянки опыта

состояли из 4 рядов с общей площадью $2,8 \text{ м} \times 3,5 \text{ м} = 9,8 \text{ м}^2$, по 40 растений на делянку. Нами изучались два варианта опыта по совмещенному посеву культур:

1. Чистая посадка топинамбура (контроль)
2. Совмещенная посадка топинамбура с подсолнечником и кукурузой.

На одном га было выращено около 41 тыс. растений топинамбура (контроль) и совмещенный посев трех культур: 41, 0 топинамбура + 41,0 тыс. растений подсолнечника + 41,0 тыс. растений кукурузы, а общее количество растений на 1 га соответственно 123 тыс. Использовали следующие сорта сельскохозяйственных культур: топинамбур Интерес, Сарват, подсолнечник Юбилейный и кукуруза – Дилшод.

Во время вегетации провели биометрические учёты и наблюдения за ростом и развитием растений. Зеленую массу растений скосили во второй декаде июля. После уборки зеленой массы провели вегетационные поливы топинамбура. Уборку вновь отросших стеблей топинамбура, а также клубней топинамбура проводили в середине октября. Экспериментальный материал обработан статистически по [1] с использованием компьютерной программы Excel.

Проведенные эксперименты в условиях Гиссарской долины Таджикистана показали, что при совмещенной посадке топинамбура с подсолнечником и кукурузой с одного га можно собрать 125,8 т/га общей зеленой массы против 89,6 т/га при чистой посадке топинамбура (или на 40,4 % меньше, чем при совмещенном посеве трех культур).

При совмещенном посеве топинамбура с подсолнечником и кукурузы увеличивается общая биомасса по сравнению с чистой посадкой топинамбура на 36,2 т/га (40,4 %), урожай надземной массы – на 35,4 (126,4 %) и массы корней на 5,4 т/га (43,6 %). Однако при совмещенном посеве топинамбура, подсолнечника и кукурузы наблюдается уменьшение урожайности клубней топинамбура по сравнению с чистой посадкой топинамбура на 4,5 т/га (9,2 %).

Из общей биологической массы 125,8 т/га при совмещенном посеве трех культур (топинамбур + подсолнечник + кукуруза) 69,2 т/га (или 55,0 %) приходится на долю топинамбура, 30,6 т/га (или 24,3 %) на долю подсолнечника и 26,0 т/га (или 20,7 %) – на кукурузу. Следовательно, при совмещенном посеве топинамбура, подсолнечника и кукурузы зеленая масса топинамбура на 12,6 т/га (или 22,3 %) больше, чем подсолнечника и кукурузы вместе взятых. Проведение укоса во второй половине июля надземной массы совмещенного посева кормовых культур вызывает уменьшение урожайности клубней топинамбура на 4,5 т/га (или на 9,2 %).

Таким образом, для повышения эффективности при интенсивном использовании орошаемых земель и получения большего количества биомассы растений можно порекомендовать способ совмещения посева трех культур – топинамбур + подсолнечник + кукуруза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 334 с.
2. Набиев Т. Н. Агротехнические особенности получения двух урожаев зерна в год в условиях Таджикистана : Дисс. ... д-ра. с.-х. наук. – М., 1995. – 359 с.
3. Партоев К. Значение топинамбура в обеспечении продовольствием и горючего в Таджикистане (Ахамияти топинамбур дар таъмини озукавори ва сузишвори дар Тоҷикистон / К. Партоев, Ш. М. Ясинов, Н. Х. Сайдалиев. – Душанбе, 2016. – 167 с.
4. Сардоров М. Н. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность совмещенных посевов люцерны со злаковыми культурами в условиях Центрального Таджикистана : Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. / М. Н. Сардоров. – Душанбе, 1997. – 43 с.

СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО В СИСТЕМЕ ПОЧВОЗАЩИТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ

Трущелев Александр Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», **Россия**, г. Калининград, trushchelev@mail.ru

Басаргина Анна Андреевна, магистрант, факультет биоресурсов и природопользования, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», **Россия**, г. Калининград, anna.basargina.96@mail.ru

Возделывание многолетних бобовых трав в Северо-Западном регионе Нечерноземной зоны России наряду с решением проблемы производства растительного кормового белка позволяет существенно снизить экологическую напряженность, связанную с деградацией почвенного плодородия, развитием эрозионных процессов, зарастанием залежных земель.

Ключевые слова: козлятник восточный, бобовые травы, злаковые травы, травосмеси, почвенное плодородие, эрозия почв, деградация земель

MIXED CROPS OF THE GALEGA ORIENTALIS IN THE AGRICULTURE SYSTEM AND THE SOIL PROTECTION SYSTEM OF THE NORTHWEST REGION OF RUSSIA

Trushchelev A. B., Basargina A.A.

The cultivation of perennial leguminous grasses in the Northwestern region of the Non-humus area of Russia, along with the solution of the problem of production of plant fodder protein, can significantly reduce the ecological tension associated with degradation of soil fertility, the development of erosion processes, and the weed overgrowth of fallow lands.

Keywords: Galega Orientalis Lam., leguminous grasses, cereal grasses, grass mixtures, soil fertility, soil erosion, land degradation.

Деградация земель и вывод их из хозяйственного оборота – одна из острейших проблем современного земледелия Нечерноземной зоны России. В почвах региона идет уменьшение запасов гумуса и количества питательных веществ – азота, фосфора, калия, микроэлементов; увеличивается кислотность, происходит переуплотнение почв, развиваются эрозионные процессы. Всё это требует неотложных мер по противодействию сложившимся негативным тенденциям. Одним из доступных способов снижения напряженности в решении этой проблемы является введение в севооборот многолетних бобовых трав, агротехнический, экологический и средоулучшающий эффект которых общепризнан [1]. Однако для того, чтобы определиться с выбором конкретных культур, сортов, технологий возделывания, максимально адаптированных к почвенно-климатическим и конкретным производственным условиям региона, необходимы дополнительные (и постоянные) научные изыскания. Весьма перспективным растением семейства бобовых для нашего региона является козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.). В задачу исследования входило изучение влияния его чистых и смешанных посевов на основные физико-химические свойства почв и оценка их почвозащитных и фито-мелиоративных возможностей.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в 2015–2017 годах на опытном поле ФГБНУ «Калининградский НИИ сельского хозяйства» (пос. Славянское, Полесского района Калининградской области). Объектом исследования послужили чистый и смешанный посевы козлятника восточного сорта Гале. Злаковая составляющая травосмеси была представлена тимофеевкой луговой (*Phleum pratense* L.), ежой сборной (*Dactylis glomerata* L.), мятликом луговым (*Poa pratensis* L.), райграсом высоким (*Arrhenatherum elatius* L.).

Ключевые участки опыта расположены в пределах Полесской озерно-ледниковой низменности, занимают нижнюю часть пологого приречного склона, почвы осушаются системой закрытого гончарного дренажа со сбросом вод в открытый канал и далее реку. Почвы

опытного участка дерновые среднесуглинистые разной степени оглеения. По данным солевой вытяжки реакция среды в пахотных горизонтах всех почв нейтральная или близкая к нейтральной.

Пробы отбирались по длинной диагонали элементарного участка с помощью почвенного бура Измаильского. Бурение проводилось послойно с интервалом 10 см на глубину 40 см. Степень оглеения почв определялась по шкале Ф. Р. Зайделямана [4]. Образцы отбирались в четырехкратной повторности. Определение гранулометрического состава почв проводилось методом просеивания на ситах. Общий азот определялся титрометрическим методом ГОСТ 26107-84; подвижные соединения фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО ГОСТ Р 54650-2011.

Результаты исследований и выводы. В опыте изучались характер и интенсивность возделывания чистых и смешанных посевов козлятника на основные физико-химические свойства дерновых оглеенных почв.

В ходе исследования было установлено, что содержание общего азота на участке с посевом озимой ржи после десяти лет бессменного возделывания козлятника достоверно превышает этот показатель по паровому полю (таблица 1). Содержание фосфора по всему почвенному профилю оценивается как высокое и очень высокое. Содержание калия варьирует от среднего до очень высокого. Различия обусловлены, в первую очередь, гранулометрическим составом и особенностями материнской породы.

Таблица 1 – Содержание общего азота в пахотном и подпахотном горизонтах опытного участка

Горизонт, см	Культура	Предшественник	Азот общий, %	Критерий достоверности Стьюдента ($t_{05}=2,45$)	НСР ₀₅
0–20	Озимая рожь	Козлятник	0,11±0,004	8,3	0,018
	Озимая пшеница	Пар чистый	0,05±0,006		
20–40	Озимая рожь	Козлятник	0,10±0,003	4,3	0,012
	Озимая пшеница	Пар чистый	0,08±0,004		

На чистом и смешанном посевах различия по азоту оказались недостоверными (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание NPK в чистых и смешанных посевах козлятника восточного

Посев	Общий азот (N), %	Массовая доля подвижных, мг/ кг	
		фосфора (P ₂ O ₅)	калия (K ₂ O)
Козлятник, смешанный посев	0,130±0,004	445±7,3	102±3,3
Козлятник, чистый посев	0,110±0,009	420±13,1	309±7,8
t	2,041	1,6	24,4
НСР ₀₅	0,024	36,7	20,7

В конце периода вегетации проводилась визуальная оценка состояния смешанного и чистого посевов козлятника восточного. Было отмечено выпадение растений козлятника из смешанного посева в нижней части приречного склона участка в связи с повышенным стоянием уровня грунтовых вод.

Многолетнее возделывание козлятника восточного достоверно увеличивает запасы азота в пахотном и подпахотном горизонтах почвы. Обладая мощной стержневой корневой системой, растения козлятника способствуют разуплотнению пахотного и подпахотного горизонтов почвы. Его многолетние смешанные посевы способствуют увеличению доли агрономически ценной водопроходной фракции почвенных частиц, что в совокупности с плотным травостоем приводит к снижению водной плоскостной эрозии на склоновых землях.

Использование козлятника восточного в полевых севооборотах способствует улучшению агрофизических и физико-химических свойств дерновых оглеенных почв. Многолетние посевы козлятника в смеси со злаковыми травами позволяют стабилизировать деградацион-

ные процессы. Урожайность смешанных посевов козлятника восточного со злаковыми травами в опыте составила 8 т/га воздушно-сухой фитомассы [2, 3].

Было бы целесообразно хотя бы часть залежных неиспользуемых в регионе земель занять посевами козлятника восточного, который способен в течение ряда лет давать хорошие урожаи высокобелковых кормов при минимальном уходе и небольших начальных затратах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптивная технология возделывания козлятника восточного на корм и семена (рекомендации) : учеб. пособ. для вузов / С. Н. Надеждин [и др.] – М. : ФГУ РЦСК, 2008. – 48 с.
2. Анциферова О. А. Продуктивность смешанных посевов козлятника на осушенных дерновых оглеенных почвах КНИИСХ // Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях : Материалы междунар. науч.-практич. конф. г. Тверь, 15–16 сентября 2016 г. / О. А. Анциферова, А. А. Басаргина. – Тверь, 2016. – С. 196–202.
3. Басаргина А. А. Оценка осушенных дерновых оглеенных почв в пределах Полесской равнины : Почва и устойчивое развитие государства : Материалы междунар. науч. конф. XX Докучаевские молодежные чтения, посвященной году экологии в России. Санкт-Петербург, 1–4 марта 2017 г. / А. А. Басаргина. – СПб, 2017. – С. 113–114.
4. Зайдельман Ф. Р. Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв : учебник / Ф. Р. Зайдельман. – М. : Колос, 2008. – 486 с.

УДК 633.203.26/.29

УДК 581.526.426.52

ПОЛИКОМПОНЕНТНЫЕ ПАСТБИЩНЫЕ АГРОФИТОЦЕНОЗЫ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Шамсутдинов Нариман Зебриевич, доктор биологических наук, профессор РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», *Россия, г. Москва*

Естественные пастбища Нижнего Поволжья в результате нерациональной эксплуатации деградированы и нуждаются в восстановлении утраченного биоразнообразия и кормовой производительности. Предлагается на месте деградированных кормовых угодий создать поликомпонентные агрофитоценозы из смеси кормовых ксерофитных и галофитных полукустарников, полукустарничков и трав.

Ключевые слова: Нижнее Поволжье, деградированные пастбища, поливидовые полукустарниково-травяные агрофитоценозы.

MULTICOMPONENT PASTURE AGROPHYTOCENOSSES IN ARID ZONE OF THE LOWER VOLGA REGION

Shamsutdinov N. Z.

The natural pastures of the Lower Volga region as a result of unsustainable exploitation is degraded and require restoration of lost biodiversity and fodder productivity. It is proposed at place of the degraded pastures to create multicomponent agrophytocenoses with mixture of fodder xerophytic and halophytic semishrubs, dwarf semishrubs and grasses.

Keywords: The Lower Volga Region, degraded pastures, semishrubs-grasses agrophytocenoses.

Обширные природные пастбищные земли сухостепной зоны Нижнего Поволжья в результате нерационального истощительного использования деградированы, кормовая производительность снизилась, качество пастбищных кормов ухудшилось [2, 4, 6–9]. Такое неудовлетворительное состояние пастбищ диктует необходимость создания на их месте поликомпонентных пастбищных агрофитоценозов с кормовой производительностью в 2–3 раза превышающей кормовую продуктивность естественных пастбищ [1, 10, 11].

Природные условия и методы исследований. Опыты проводили в сухостепной зоне Нижнего Поволжья на опытном участке "Царицыно", который расположен юго-западнее 10 км пос. Царицын Городищенского района Волгоградской области. Господствующий тип почв светло-каштановый. По агроклиматической оценке относится к центральной сухостепной подзоне. Среднегодовое количество осадков колеблется в пределах 200–245 мм [3].

Исследования проводили на смешанных посевах: прутняк простертый 30 % + камфоросма Лессинга 25% + терескен серый 20% + многолетние травы (житняк гребневидный и пырей солонцовый) – 25%. Посев проводили по вспаханной на глубину 20–22 см почве с одновременным боронованием под зиму (ноябрь). Глубина заделки семян 0,5–1,0 см [4, 5].

Результаты исследований. Массовое появление всходов прутняка простертого и терескена серого отмечено 4–8 марта, камфоросмы Лессинга позднее – 20–25 марта, многолетних трав в конце марта – начале апреля. В первый год жизни кормовые полукустарнички получили хорошее развитие: в сентябре высота растений прутняка простертого достигла 65–75 см высоты, терескена серого 70–85, камфоросмы Лессинга – 35–40 см. После прохождения фазы бутонизации и цветения в июне – июле фаза плодоношения наступила в середине сентября — начале октября.

Корневая система прутняка простертого в первый год жизни проникает на глубину 80–120 см с множеством боковых корней. По сравнению с другими аридными кормовыми полукустарничками корни терескена серого на светло-каштановых почвах к концу первого года вегетации проникают на глубину 90–95 см, а в возрасте 2 лет – на 150 см и более. Корневая система камфоросмы Лессинга сильно разветвленная и в первый год жизни проникает на глубину 76–81 см, на втором году жизни углубляется до 190 см.

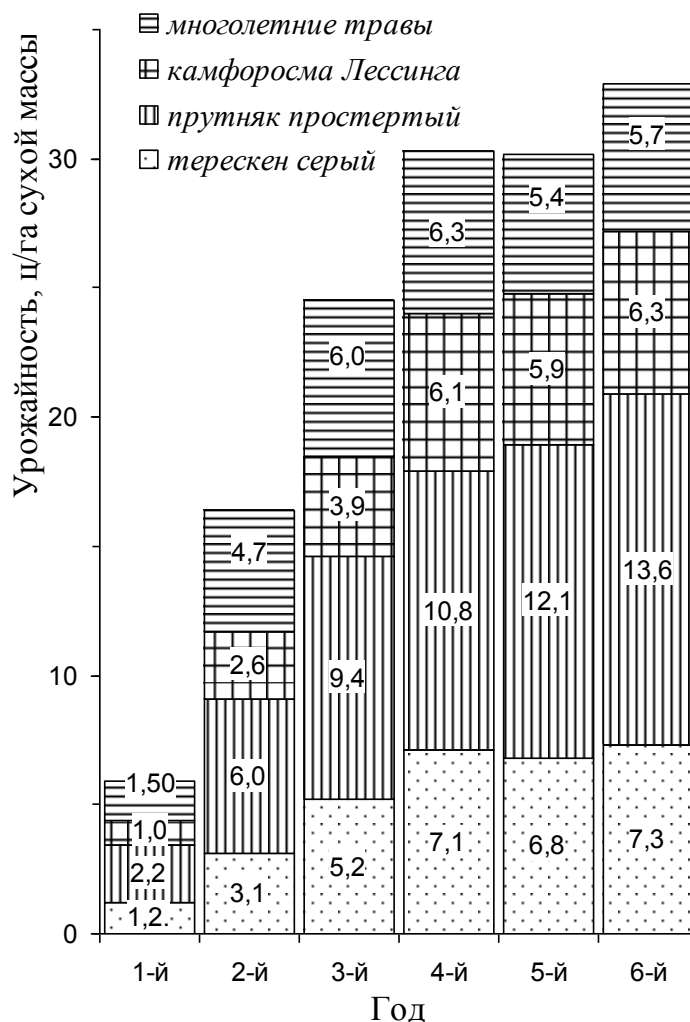


Рисунок – Продуктивность пастбищных агрофитоценозов, созданных путем посева смеси ксерогалофитных полукустарников, полукустарничков и трав в сухостепной зоне Нижнего Поволжья

Формирование у терескена серого, прутняка простертого, камфоросмы Лессинга мощно развитых и глубоко проникающих в почву корневых систем (180–200 см) в возрасте четырех лет обеспечивает им возможность использования материально-энергетических ресурсов большего объема почвенно-грунтовой среды и образования относительно высоких урожаев кормовой продукции в условиях сухой степи Нижнего Поволжья.

Кормовая продуктивность полукустарничково-травяных агрофитоценозов, созданных на деградированных сухостепных пастбищах, характеризуется следующими показателями (рисунок). Полученные данные показывают, что в течение 6 лет наблюдается увеличение продуктивности прутняково-терескеново-камфоросмовых пастбищных агрофитоценозов. Максимальная урожайность данного пастбищного агрофитоценоза формируется на 5–6-й год жизни. Довольно резкое увеличение кормовой массы происходит со второго года жизни, когда эти пастбища можно рекомендовать к использованию. В структуре кормовой массы полукустарничково-травяного пастбищного агрофитоценоза наблюдаются неравномерное распределение урожая между видами растений. При этом наибольший урожай приходится на долю прутняка простертого. Если общая урожайность пастбищного агрофитоценоза за 6 лет составила 32,9 ц/га сухой кормовой массы, то из них более 40 % (13,6 ц/га) приходится на долю популяции прутняка простертого. Далее по урожайности в составе рассматриваемого пастбищного агрофитоценоза выделяются популяции терескена серого, затем популяции камфоросмы Лессинга.

Одна из характерных особенностей прутняково-терескеново-камфоросмовых пастбищ — это взаимодополняемость накопления кормовой массы пастбищными растениями по сезонам года. Наиболее интенсивное накопление кормовой массы у прутняка простертого происходит до конца июля, камфоросмы Лессинга — до середины августа, терескена серого — до середины сентября. Следует подчеркнуть, что со второго года жизни созданные пастбищные агрофитоценозы из смеси трех видов полукустарничков и двух видов многолетних злаковых трав в 2–2,5 раза превышают по запасам кормов естественные пастбища сухостепной зоны.

Присутствие в составе полукустарничково-травяных пастбищных агрофитоценозов прутняка простертого, накапливающего основную массу запаса кормов в летне-осенний период, в сочетании с терескеном серым и житняком гребневидным делают данный пастбищный агрофитоценоз превосходным для выпаса овец в весенне-летний период. В свою очередь присутствие камфоросмы Лессинга в составе полукустарничково-травяного агрофитоценоза служит хорошим кормом для использования осенью и зимой в условиях Нижнего Поволжья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головатый В. Г. Влияние доз минеральных удобрений, водообеспеченности и засоления на продуктивность галофита сведы высокой / В. Г. Головатый, Н. З. Шамсутдинов, Х. К. Худякова, Ю. В. Балнокин, Н. Ю. Горячева // *Агрохимия*. – 2005. – № 6. – С. 59–65.
2. Енсен Н. П. Об использовании галофитов для реабилитации земель солеуглеводородного загрязнения и производства кормов / Н. П. Енсен, Д. Дж. Карти, Р. Мартин, К. Руддер, З. Ш. Шамсутдинов, Н. З. Шамсутдинов // *Сельскохозяйственная биология*. – 2004. – № 6. – С. 78–91.
3. Зотов А. А. Ресурсосберегающие способы улучшения и использования сенокосов и пастбищ Поволжского района : руководство / А. А. Зотов, З. Ш. Шамсутдинов, В. М. Косолапов и др. – М., 2011.
4. Зотов А. А. Методы комплексной оценки природных пастбищных экосистем / А. А. Зотов, Н. З. Шамсутдинов, А. А. Хамидов, З. Ш. Шамсутдинов, Н. С. Орловский // *Аридные экосистемы*. – 2009. – Т. 15. – № 38. – С. 39–51.
5. Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции аридных кормовых растений / Под ред. З. Ш. Шамсутдинова. – М. : Россельхозакадемия, 2000. – 82 с.
6. Шамсутдинов Н. З. Генетические ресурсы и проблемы селекции кормовых галофитов / Н. З. Шамсутдинов // *Аридные экосистемы*. – 2006. – Т. 12. – № 30–31. – С. 103–112.

7. Шамсутдинов Н. З. Экологическая реставрация нарушенных пастбищных экосистем Северо-Западного Прикаспия / Н. З. Шамсутдинов // Кормопроизводство. – 2008. – № 3. – С. 21–24.

8. Шамсутдинов Н. З. Биоресурсный потенциал галофитов и проблемы фитомелиорации деградированных аридных земель: монография / Н. З. Шамсутдинов. – М. : ООО "Угрешская типография", 2016. – 348 с.

9. Шамсутдинов З. Ш. Использование галофитов в адаптивной системе кормопроизводства при глобальном изменении климата / З. Ш. Шамсутдинов, И. В. Савченко, Н. З. Шамсутдинов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 4. – С. 79–81.

10. Шамсутдинов Н. З. Биотическая мелиорация засоленно-солонцовых почв с использованием галофитов (обзор зарубежного опыта) / Н. З. Шамсутдинов, З. Ш. Шамсутдинов // Аридные экосистемы. – 2008. – Т. 14. – № 35–36. – С. 18–33.

11. Shamsutdinov Z. Sh., Shamsutdinov N. Z. Biogeocenotic Principles and Methods of Degraded Pastures Phytomelioration in Central Asia and Russia // Prospects for Saline Agriculture Ser. "Tasks for vegetation science" Netherlads, 2002. – P. 29–35.

УДК 633.1:633.8:631.582:631.67(477.72)

СМЕШАННЫЕ АГРОЦЕНОЗЫ В КОРМОВЫХ СЕВООБОРОТАХ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ СТЕПИ УКРАИНЫ

Коваленко Анатолий Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук, Институт орошаемого земледелия НААН, Украина, г. Херсон, izz.ua@ukr.net

Смешанные посевы однолетних кормовых культур раннего срока имеют разную продуктивность и неодинаковый срок поступления корма. Для июньского срока уборки лучшими являются овес Львовский 1026 с редькой масличной и овес Зеленый с подсолнечником и рапсом.

Ключевые слова: орошение, смешанные посевы, продуктивность, сухое вещество, продуктивность, растительные остатки.

MIXED АГРОЦЕНОЗЫ IN FORAGE CROP ROTATIONS ON THE IRRIGATED EARTHS OF STEPPE OF UKRAINE

Kovalenko A. M.

The mixed sowing of one-year green crops of early term have the different productivity and different term of receipt of fodder. For the June term of cleaning up the best it is been oat of Lhovski 1026 with a radish oily and an oat is Green with a sunflower and rape.

Keywords: irrigation, mixed sowing, productivity, dry matter, productivity, vegetable bits and pieces.

Важнейшим резервом увеличения производства высококачественной продукции на орошаемых землях является расширение площадей посева и повышение урожайности смешанных посевов. Смешанные посевы однолетних культур имеют ряд преимуществ по сравнению с одновидовыми посевами. В таких посевах увеличивается фотосинтетическая поверхность растений, листовой аппарат размещается в нескольких ярусах, что дает возможность полнее использовать солнечную энергию [1, 2]. В смешанных посевах создаются более благоприятные экологические условия, благодаря чему компоненты рационально используют тепло, свет, питательные элементы и влагу [3, 4].

Практически на всей площади в смешанных посевах выращиваются кормовые культуры, и размещаются они преимущественно в промежуточных звеньях севооборотов. До середины 90-х годов прошлого века кормовые культуры на орошаемых землях занимали 48–56 % площадей, из которых 55–60 % занимали смешанные посевы. К сожалению, сейчас, вследствие существенной перестройки аграрного сектора Украины, площадь посева под кормовые культуры, в т. ч. и их смеси, существенно сократилась. Вместе с тем они остаются основным источником полноценных зеленых кормов в первой половине лета.

Исследования проводились на опытном поле Института орошаемого земледелия НАН, расположенном в зоне Ингулецкой оросительной системы. Почва опытного участка темно-каштановая среднесуглинистая с содержанием гумуса в слое 0–30 см 2,1 %. Наименьшая влагоемкость метрового слоя почвы составляет 2,05 %, влажность завядания – 9,5 %.

При проведении исследований руководствовались методиками проведения опытов на орошаемых землях М. М. Горянского (1970) и Института орошаемого земледелия (1985). Площадь посевных делянок 144 м², учетных – 50 м².

Подбор ранневесенних культур производился с учетом поступления зеленой массы на протяжении июня: в первой декаде – ячмень с горчицей белой и овес Львовский 1026 с редькой масличной; во второй декаде июня – овес Львовский 1026 и овес Зеленый в смеси с горохом и подсолнечником; в третьей декаде – овес Зеленый с рапсом озимым и суданская трава.

Из кормовых культур первого срока уборки более интенсивным ростом отличалась смесь овса Львовского с редькой масличной. За период с 21 по 30 мая среднесуточный прирост зеленой массы у нее составил 68,0 г/м², в то время как у ярового ячменя с горчицей белой – 42,0 г/м², у овса Львовского 1026 – 63,2 г/м² (таблица 1).

Величина среднесуточного прироста определила и количество зеленой массы с единицы площади к концу вегетации. Так, на посевах овса Львовского 1026 с редькой масличной она составила 4015 г/м², ячменя с горчицей белой – 3645 г/м², овса Львовского 1026 – 2678 г/м².

Таблица 1 – Динамика накопления зеленой массы и абсолютно-сухого вещества ранневесенних смешанных посевов, г/м² (среднее за 3 года)

Культура	20.05	13.04	12.06	22.06	13.06
Зеленая масса					
Ячмень с горчицей белой	3379	3643	-	-	-
Овес Львовский с редькой масличной	3344	4015	-	-	-
Овес Львовский	2088	2678	-	-	-
Овес Зеленый с горохом и подсолнечником	2915	3619	3993	-	-
Овес Зеленый с рапсом озимым	2746	3791	3920	-	-
Суданская трава	-	-	-	2148	3127
Абсолютно-сухое вещество					
Ячмень с горчицей белой	480	613	-	-	-
Овес Львовский с редькой масличной	420	559	-	-	-
Овес Львовский	312	477	-	-	-
Овес Зеленый с горохом и подсолнечником	346	547	704	-	-
Овес Зеленый с рапсом озимым	334	475	583	-	-
Суданская трава	-	-	-	327	631

Из культур, убираемых во второй декаде июня, более интенсивным накоплением надземной массы отличалась смесь овса Зеленого с горохом и подсолнечником, при уборке в третьей декаде июня – смесь овса зеленого с рапсом озимым. В этот же период начинает поступать зеленая масса суданской травы из первого укоса.

Учет урожая показывает, что в первой декаде июня он был более высоким у смеси овса Львовского 1026 с редькой масличной – 412 ц/га. При втором сроке уборки более продуктивными оказались посевы овса Зеленого совместно с горохом и подсолнечником – 336 ц/га зеленой массы (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность смешанных посевов культур ранневесеннего срока посева (среднее за 3 года)

Культура	Урожайность, ц/га			Содержание сухого вещества, %
	зеленой массы	в т. ч. бобовых и крестоцветных	абсолютно-сухого вещества	
Ячмень с горчицей белой	331	198	4,95	14,9
Овес Львовский с редькой масличной	412	295	5,22	12,7
Овес Львовский	263	0	1,66	17,7
Овес Зеленый с горохом и подсолнечником	336	125	5,13	15,3
Овес Зеленый с рапсом озимым	321	152	42,0	13,0
Суданская трава, укосы: I, II	303	0	5,51	18,2
	315	0	8,25	26,1

В третьей декаде июня наиболее высокую урожайность обеспечили совместные посевы овса Зеленого с рапсом озимым – 321 ц/га зеленой массы. Урожайность зеленой массы суданской травы с первого укоса в этот период составляла 303, а целом за два укоса – 619 ц/га.

Структурный анализ кормовых смесей показывает, что содержание бобовых и крестоцветных культур в изучаемых кормах наиболее высокое в смеси овса Льговского с редькой масличной – 71,6 и самое низкое у овса Зеленого с горохом и подсолнечником – 37,2 %.

Установлено, что после уборки промежуточных ранневесенних культур в почве остается значительное количество органического вещества. Наибольшее количество корневых и пожнивных остатков отмечено после уборки овса Зеленого с горохом и подсолнечником и овса Зеленого с рапсом озимым – соответственно 42,7 и 43,0 ц/га.

Таким образом, из ранневесенних промежуточных посевов июньского срока уборки в порядке поступления зеленой массы лучшими являются смеси овса Льговского 1026 с редькой масличной, овса Зеленого с подсолнечником и рапсом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев М. Г. Інтенсифікація польового кормовиробництва на зрошуваних землях півдня України : За ред. М. Г. Гусєва / М. Г. Гусєв, В. С. Сніговий, С. В. Коковіхін, О. Ф. Севідов. – К. : Аграрна наука, 2007. – 244 с.
2. Жуйков Г. Е. Промежуточные посевы ранневесенних культур в специализированных кормовых севооборотах / Г. Е. Жуйков, Л. М. Левченко// Орошаемое земледелие. – 1985. – Вып. 30. – С. 47–50.
3. Захаров В. В. Возделывание гороха в смеси с ячменем, овсом и подсолнечником на зеленый корм при орошении в южной зоне Волгоградской области : Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. В. Захаров. – Волгоград, 1974. – 21 с.
4. Лимарь А. О. Короткоротаційні сівозміни на зрошуваних землях/ А. О. Лимарь. – Херсон : Айлант, 2009. – 248 с.

УДК: 633.3:631.5(470.318)

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР И БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Лукашов Владимир Николаевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Калужский НИИСХ», *Россия*

Исаков Александр Николаевич, доктор с.-х. наук, профессор, Калужский филиал РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *Россия*, г. Калуга, rogneda60@mail.ru

Представлены многолетние результаты изучения урожайности и кормовой ценности зерна зернобобовых культур в одновидовых посевах и в двухкомпонентных смесях зернобобовых и злаково-бобовых в условиях Калужской области.

Ключевые слова: бобы кормовые, люпин узколистный, вика яровая, горох, пелюшка, овёс посевной, ячмень яровой, зерносмеси, сырой протеин, обменная энергия.

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF LEGUMES AND LEGUME-CEREAL MIXTURES UNDER CONDITIONS OF KALUGA REGION

Lukashov V. N., Isakov A. N.

There have been shown long-term results of the study of the yield and fodder value of grain of legumes in single-species crops and in two-component mixtures of leguminous and cereal-leguminous crops.

Key words: Fodder beans, narrow-leaved lupine, spring vetch, Austrian winter pea, oats, spring barley, cereal mixtures, raw protein, metabolizable energy.

В Центральном Нечерноземье однолетние бобовые культуры и их смеси со злаками были и остаются основным источником обеспечения животноводства кормом, отличающимся высокими показателями питательности и качества. Для повышения качества концентриро-

ванных кормов в стране ставится задача увеличить производство зернобобовых культур. В структуре валовых сборов кормового зерна зернобобовые в последние десятилетия занимают немногим более 2 %. Это априори закладывает дефицит содержания сырого протеина в кормовом зерне, недостача которого составляет более 30 %. В ближайшей перспективе намечено повышение удельного веса зернобобовых культур до 12 % [3], что поможет улучшить протеиновую обеспеченность кормов.

Снижение дефицита кормового белка может решаться за счёт многолетних бобовых и бобово-злаковых травосмесей [2, 4, 5], а также более широкого использования в производстве однолетних зернобобовых и бобово-злаковых смесей с подбором компонентов, в наибольшей степени отвечающих условиям возделывания.

Целью исследований было изучить урожайность и качество зерна различных зернобобовых культур в одновидовых посевах и в составе бобовых и бобово-злаковых смесей различного состава.

В Калужском НИИСХ на протяжении многих лет проводятся полевые испытания по оценке урожайности и качества зерна и корма различных видов зернобобовых культур при посеве в чистом виде и в смесях с зернофуражными культурами.

В течение 7 лет с 2006 по 2013 гг. на полях севооборота отдела кормопроизводства Калужского НИИСХ проводился полевой опыт. Почва опытного участка серая лесная средне-суглинистая. Содержание гумуса 2,2–2,5 %, pH 6,2–6,5, подвижного фосфора 13,3–13,5 мг, обменного калия 10–12 мг на 100 г почвы. Общая площадь делянки 50 м², учетная – 20 м². Повторность в опыте трехкратная, расположение вариантов систематическое.

Предшественником в опыте служили посевы ярового ячменя. Технология подготовки почвы – общепринятая для Нечернозёмной зоны. Осенью проводилось лущение стерни и отвальная вспашка. Весной – ранневесеннее боронование и предпосевная культивация. Осенью под вспашку вносились фосфорно-калийные удобрения. Посев проводили сеялкой СН-16 одновременно с ранними зерновыми культурами рядовым способом при норме высева компонентов в совместных посевах по 50 % от рекомендуемой для данной культуры при посеве ее в чистом виде.

Объекты исследований: бобы кормовые Орлецкие, люпин узколистный Кристалл, вика яровая Никольская, горох Мультик, пелюшка Алла, овёс посевной Скакун, ячмень яровой Нур.

Закладка опыта, наблюдения, учёты и анализы выполнялись по общепринятым методикам. Наибольшая урожайность зерна за годы исследований (таблица) среди одновидовых посевов была получена в посевах бобов кормовых (5 т/га), наименьшая – у вики посевной 2,7 т/га. Содержание сырого протеина и обменной энергии в этих посевах находилось в пределах 19,2–30,5 % и 12,9–13,1 МДж/кг соответственно. Наилучшие показатели имело зерно люпина узколистного.

Средняя урожайность зерна двойных смесей зернобобовых культур за годы исследований колебалась от 3,9 до 5,3 т/га. Наиболее урожайной была смесь кормовых бобов с пелюшкой. Однако эта зерносмесь не была лучшей по содержанию сырого протеина и обменной энергии.

Урожайность зерна двойных смесей зерновых культур с зернобобовыми составила 3,2–5,5 т/га, с максимальными значениями в смеси кормовых бобов с ячменём. Наличие в смесях злакового компонента снижало содержание сырого протеина и обменной энергии в сухом веществе зерна. В смесях зернобобовых с овсом содержание сырого протеина и обменной энергии за годы эксперимента составило 11,9–14,4 % и 11,3–11,6 МДж/кг соответственно. В смесях зернобобовых с ячменём указанные показатели равнялись 9,9–15,9 % и 11,9–12,2 МДж/кг соответственно. Наилучшее качество зерна было в смеси вики с ячменём.

Таким образом, наши исследования свидетельствуют, что наиболее высокий урожай зерна формируется при совместных посевах различных культур, что лишний раз подтверждает вывод А. А. Жученко [1] о внимании к смешанным агрофитоценозам, в основу форми-

рования которых положен принцип комплементарности, т. е. способности разных видов (сортов) избегать агрессивной конкуренции и даже дополнять друг друга.

Таблица – Урожайность и качество зерна зернобобовых культур, бобовых и бобово-злаковых зерносмесей (среднее за 2006–2013 гг.)

№ п/п	Вариант	Урожай зерна, т/га	Содержание в 1 кг сухого вещества	
			сырой протеин, %	ОЭ, МДж
1	Бобы	5,0	26,1	13,0
2	Люпин	2,9	30,5	12,9
3	Пелюшка	4,3	21,8	13,0
4	Горох	3,5	15,2	12,9
5	Вика	2,7	19,2	13,1
6	Бобы+горох	4,6	18,8	13,0
7	Бобы+пелюшка	5,3	22,8	12,9
8	Бобы+вика	4,0	23,5	13,0
9	Люпин+пелюшка	4,0	25,9	13,1
10	Люпин+горох	3,9	20,6	12,9
11	Вика+овёс	4,1	14,4	11,6
12	Горох+овёс	4,5	12,2	11,4
13	Пелюшка+овёс	4,8	11,9	11,3
14	Бобы+овёс	5,1	14,1	11,3
15	Люпин+овёс	3,8	12,3	11,4
16	Вика+ячмень	4,3	15,9	12,4
17	Горох+ячмень	4,7	9,9	11,9
18	Пелюшка+ячмень	4,7	12,1	12,0
19	Бобы+ячмень	5,5	14,2	12,1
20	Люпин+ячмень	3,2	14,7	12,2

Использование бобовых зерносмесей способствует обогащению кормов различными аминокислотами, содержание которых существенно изменяется в зависимости от культуры. Так, например, в семенах бобов содержание метионина составляет 13 мг, а в семенах вики – 68, содержание триптофана колеблется от 18 мг в семенах гороха до 23 в семенах бобов, лизина – от 140 у бобов до 162 у люпина.

Таким образом, смешанный посев зернобобовых и злаковых культур позволяет получать урожай зерна до 5,1– 5,5 т/га, незначительно уступающий по качественным показателям одновидовым посевам и смесям зернобобовых культур. Это позволяет при выборе состава компонентов смеси использовать их в качестве основы для приготовления комбикормов, сбалансированных по сахаропротеиновому соотношению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко А. А. Основы адаптивного использования природных биологических и техногенных ресурсов / А. А. Жученко // Зернофураж в России.– М., 2009.– С. 6–9.
2. Исаков А. Н. Особенности формирования, продуктивность и качество многолетних бобово-злаковых травостоев на дерново-подзолистой почвах Калужской области / А. Н. Исаков, В. Н. Лукашов, В. Ф. Петракова // Известия ТСХА.– 2011. – № 2.– С. 51–58.
3. Косолапов В. М. Высокоэффективные способы подготовки и использования зернофуража в кормлении сельскохозяйственных животных / В. М. Косолапов // Зернофураж в России. – М., 2009. – С. 43–63.
4. Лукашов В. Н. Продуктивность совместных и смешанных посевов озимой тритикале и озимой вики в Калужской области / В. Н. Лукашов, А. Н. Исаков, Т. Н. Короткова // Кормопроизводство.– 2013. – № 4.– С. 16–18.
5. Лукашов В. Н. Урожайность зерна и его качество в одновидовых посевах зерновых, зернобобовых культур и их смесей в условиях Калужской области // В. Н. Лукашов, А. Н. Исаков, Т. Н. Короткова // Кормопроизводство.– 2011. – № 4. – С. 15–17.

АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СОВМЕЩЁННЫХ ПОСЕВОВ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР В АГРОЛАНДШАФТАХ БРЯНЩИНЫ

Дронов Александр Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФБГОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», *Россия*, 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, dronov.bsgsha@yandex.ru

Симонова Екатерина Александровна, аспирант Института экономики и агробизнеса, ФБГОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», *Россия*, 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, agro@bgsha.com

Хавкина Людмила Викторовна, аспирант Института экономики и агробизнеса, ФБГОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», *Россия*, 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, agro@bgsha.com

Многолетние исследования по внедрению в полевое кормопроизводство сорговых культур в агроклиматических условиях Брянской области на серых лесных почвах позволили предложить многовариантные технологии возделывания сорго в агроландшафтах юго-западной части Центрального региона. Целью наших исследований явилась оценка кормовой ценности и агроэнергетической эффективности возделывания сорговых культур в одновидовых и совмещённых посевах с зернобобовыми культурами в условиях Брянского ополья. Установлено, что корма являются высокоэнергетическими, отличаются высоким содержанием углеводов, отмечается благоприятное сахаропротеиновое соотношение и высокое содержание зольных элементов в кормовой массе сорговых культур и их смесей.

Ключевые слова: сорго, агротехнология, одновидовые и совмещённые посевы, урожайность, сухое вещество, кормовая ценность, агроэнергетическая эффективность.

AGROENERGETICS ASSESSMENT AND FEED VALUE OF SINGLE AND COMBINED SORGHUM CROPS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE BRYANSK REGION

Dronov A. V., Simonova E. A., Khavkina L. V.

Long-term studies on implementation in field fodder production of sorghum crops in agroclimatic conditions of Bryansk region on gray forest soils allowed us to offer multivariate technologies of sorghum cultivation in agricultural landscapes of southwestern part of the Central region. The aim of our study was to assess feed value and agroenergetics the efficiency of cultivation sorghum in single-species and combined crops with leguminous crops in the Bryansk Opolie. It is established that sorghum feeds are high-energy and high carbohydrate, noted sugar-protein positive attitude and a high content of mineral elements in the feed of mass sorghum crops and their mixtures.

Keywords: sorghum culture, agrotechnology, single-species and combined crops, yield, dry matter, feed value, agroenergetics efficiency.

Формирование смешанных посевов (уплотненных, совмещённых, всевных) давно применяется в сельскохозяйственном производстве ряда стран мира. Такие посевы и в настоящее время являются весьма актуальными, способствуют повышению урожаев, их качеству, оздоровлению окружающей среды. И, как отмечает ведущий учёный-эколог Кубани профессор И. С. Белюченко, создание совмещённых посевов зерновых, кормовых культур и трав, новых нетрадиционных растений-интродуцентов в севооборотах основывается на биологических и экологических подходах к регуляции агроценозов, способных противостоять сорной растительности, сдерживать эрозионные процессы, получать более выравненные урожаи, повышать выход качественной продукции. По его мнению, совмещённые посевы как агроприём современных технологий отвечают современным требованиям к сельскохозяйственному производству и более эффективно используют природные ресурсы, оптимизируя продуктивность, и при этом достигается сохранение плодородия почвы и получение качественной продукции растениеводства [1, 2].

Многолетняя научно-производственная работа, связанная с внедрением в полевое кормопроизводство сорговых культур в условиях Брянской области, позволила нам заключить, что агроклиматических ресурсов региона вполне достаточно для роста, развития и успешного возделывания на кормовые цели сорговых растений, позволяющих формировать высокий урожай надземной массы, как основного укоса, так и отавы, а по отдельным сортам суданской травы – получение полноценных семян. Положительная динамика роста посевных площадей под столь нетрадиционной культурой сорго в Брянской области, первые шаги в организации семеноводства в регионе являются одним из примеров реализации научных идей академика Н. И. Вавилова по практической интродукции культурных растений [3, 4, 5].

Цель и методы исследования. Целью нашей работы явилась оценка кормовой ценности и агроэнергетической эффективности возделывания сорговых культур в одновидовых и совмещённых посевах с зернобобовыми культурами в условиях региона. Экспериментальная работа проводилась в условиях стационара опытного поля Брянского ГАУ, полевые и лабораторные исследования выполнены согласно Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами и Широкому унифицированному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* [6, 7].

Результаты исследований. Химический состав и питательная ценность видов корма из сорговых культур (зелёная масса, силос, сенаж, зерносенаж или монокорм) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав и питательная ценность кормов из сорговых культур и их смесей

Вид корма, культура	Содержание в воздушно-сухой массе, %					Содержание в 1 кг СВ корма		
	СП	СЖ	СК	СЗ	БЭВ	ОЭ, МДж	К.ед.	П.П., г
Зелёная масса								
Сахарное сорго	7,3	1,1	25,1	6,5	60,0	9,5	0,73	51,1
Сахарное сорго + горох кормовой	10,0	1,4	29,6	7,6	51,4	9,0	0,66	70,0
Сахарное сорго + люпин жёлтый	12,0	2,0	32,3	7,1	46,6	8,8	0,63	84,0
Сахарное сорго + соя	10,4	2,2	25,4	8,7	53,3	9,5	0,73	72,8
Сахарное сорго + подсолнечник	5,3	1,1	30,3	5,2	58,1	8,9	0,64	37,1
Зерносенаж								
Сахарное сорго	6,7	1,6	27,2	4,1	60,4	9,5	0,73	36,9
Зерновое сорго	6,9	1,4	28,5	4,3	58,9	9,3	0,70	38,0
Сенаж								
Сорго-суданковый гибрид	6,5	1,3	26,9	4,6	60,7	9,5	0,73	35,8
Силос сорговый	5,0	1,2	29,8	4,7	59,3	9,0	0,66	22,0
Силос кукурузный	4,4	1,5	31,8	4,9	57,4	8,8	0,63	25,1

Высоким содержанием сырого протеина характеризуется кормовая масса смешанного посева сахарное сорго + люпин желтый (12,0 %). Сравнительно мало протеина в фитомассе уплотненного посева сахарного сорго с подсолнечником – 5,3 %. Характерно, что содержание клетчатки в сухом веществе различных видов корма варьирует значительно от 25,0 до 33,0 %. Наиболее грубой была масса при заготовке корма из смешанного посева сорго + люпин желтый, сорго + подсолнечник (30,3–32,3 % клетчатки). Высоким содержанием жира отличалась кормовая масса смешанных посевов сорго с люпином и сорго с соей – соответственно 2,0 и 2,2 %.

Анализ агроэнергетической эффективности возделывания кормового сорго по одноукосной схеме показал, что при уборке сорговых культур в фазу молочной спелости наиболее высокий выход валовой энергии с урожаем обеспечили сахарное сорго Зерсил F₁ и сорго-суданковый гибрид Интенсивный F₁ – 199,0–214,7 ГДж/га.

Таким образом, совмещённые агроценозы сорго характеризовались не только высокой урожайностью, но и энергетической и протеиновой ценностью кормовой массы. Концентрация обменной энергии и питательность сухого вещества корма уплотненных посевов с зернобобовыми культурами составила в среднем 9,0–9,5 МДж, или 0,75–0,84 к. ед./1 кг СВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Особенности функционирования и экологический потенциал агроландшафтов Кубани / И. С. Белюченко // Совмещённые посевы полевых культур в севообороте ландшафта: сб. тр. Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар : Изд-во Кубанский ГАУ, 2016. – С. 10–17.
2. Белюченко И. С. Интродукция растений как метод расширения видового состава культурных фитоценозов в южных районах СНГ / И. С. Белюченко, Б. А. Мустафаев // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 73–89.
3. Бельченко С. А. Сорговые кормовые культуры в организации зелёного и сырьевого конвейеров в Брянской области / С. А. Бельченко, А. В. Дронов, В. Е. Ториков, И. Н. Белоус // Кормопроизводство. – 2016. – № 12. – С. 17–20.
4. Дронов А. В. Научные идеи Н. И. Вавилова в интродукции культуры сорго в Нечерноземье России / А. В. Дронов, В. В. Дьяченко // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. XXXIV. – Ч. 2. – С. 251–258.
5. Дьяченко В. В. Суданская трава в полевом кормопроизводстве Нечерноземья: монография / В. В. Дьяченко. – Брянск : Брянская ГСХА, 2009. – 224 с.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М. : ВИК, 1997. – 156 с.
7. Якушевский Е. С. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench / Е. С. Якушевский, С. Г. Варадинов, В. А. Корнейчук, Л. Баняи. – Л. : ВИР, 1982. – 36 с.

УДК 631.58:[633.31:631.584.5:631.445.44 (470.6.20)]

БАЛАНС ГУМУСА НА ПОСЕВАХ ЛЮЦЕРНЫ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ ПОД ПОКРОВОМ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ, В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИКУБАНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Онищенко Людмила Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар*

Лукьянова Елена Николаевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар*

Люцерна, выращиваемая под покровом ярового ячменя, имеет наибольшую ценность в регулировании баланса гумуса чернозема выщелоченного относительно ярового ячменя. При последствии минеральной системы удобрения наблюдается невысокая минерализация органического вещества почвы под люцерной (1,1 – 1,8 ц/га) и значительное накопление растительных остатков (82,0–133,9 ц/га), что способствует большему образованию гумуса (от +15,3 до +25,0 ц/га).

Ключевые слова: баланс, гумус, люцерна под покровом ярового ячменя.

BALANCE OF HUMUS AT SALES OF LUCERNE GROWING UNDER THE COVER OF THE YARN BARLEY, IN THE CONDITIONS OF BLACK LOOSE OF VULNERABLE PICKUBAN LOWER

Onishchenko L. M., Lukyanova E. N.

Lucerne, grown under the cover of spring barley, has the greatest value in regulating the humus balance of chernozem leached relative to spring barley. With the aftereffect of the mineral fertilizer system, low mineralization of the organic matter of the soil under the alfalfa (1,1 – 1,8 c/ha) and a significant accumulation of plant residues (82,0 – 133,9 c / ha) promotes a greater formation of humus (from +15, 3 to +25,0 c/ha).

Keywords: balance, humus, alfalfa under the cover of spring barley.

Введение. В сознании человечества, как отметили Г. В. Добровольский и Г. С. Куст (2012), менее чем за век изменилась концепция взаимодействия общества и природы от по-

требительского отношения к ней – «нам нечего ждать милостей...» – к направлению сбалансированного развития. В. И. Вернадский (1960), подчеркивал, что природа является организованным целым. М. С. Соколов к «организованному целому» относит почвы, земельные угодья и представляет концепцию эколого-ресурсного устойчивого развития агросферы, заключающуюся в поддержании плодородия почв. Автор приводит довольно справедливые слова Н. В. Тимофеева-Ресовского, что человечество должно научиться жить «на проценты» с круговорота веществ. В. И. Кирюшин (2006, 2011), определяя плодородие почвы как совокупный эффект почвенных условий, обуславливающих урожайность растений, качество продукции и поддержание экологических функций почвы в определенных агроландшафтах, справедливо обращает внимание на концепцию В. В. Докучаева и В. И. Вернадского об устойчивости развития экосистем. Ученые, углубленно анализируя усиливающееся антропогенное влияние на почву, уже в начале XX в. высказывали идею о ландшафтно-экологических принципах рационального природопользования [1, 6].

В настоящее время к факторам, существенно влияющим на продуктивность сельскохозяйственных культур, относятся: содержание гумуса в почве, обеспеченность растений минеральным азотом, доступным фосфором и калием. Ухудшение агрохимических характеристик почвы по уровню содержания этих элементов требует научно обоснованного применения удобрений, и, как справедливо отмечает академик РАН А. Х. Шеуджен [8], «... рост производства растениеводческой продукции связан с увеличением применения удобрений в масштабах, обеспечивающих положительный баланс элементов питания, воспроизводство плодородия почвы». Отрицательный баланс гумуса, биогенных элементов минерального питания растений в почве является основной причиной, определяющей снижение уровня плодородия почвы и в последующем недобор урожая культур. Поэтому актуально проводить оценку баланса гумуса в почве на основе обобщения экспериментального материала, полученного на стационарном опыте кафедры агрохимии в учхозе «Кубань», расположенном в центральной агроклиматической зоне Краснодарского края.

Целью работы является установление влияния последствий минеральной системы удобрения на баланс гумуса в научно обоснованном 11-польном зернотравяно-пропашном севообороте на посевах люцерны, выращиваемой под покровом ярового ячменя, в условиях чернозема выщелоченного Прикубанской низменности, а также расчета потребности в органических удобрениях.

Материалы и методы. Объекты исследований: растения люцерны 1-го года жизни сорта Фея и яровой ячмень сорта Батко; виды удобрений – азотные (200), фосфорные (020), калийные (002); нормы минеральных удобрений – одинарные (111), двойные (222) и тройные (333); чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоголистый на лессовидных тяжелых суглинках (агрочернозем глинисто-иллювиальный).

При расчете баланса гумуса использовали подход, предложенный Ф. И. Левиным (1977), А. М. Лыковым (1979, 1982), А. И. Жуковым, П. Д. Поповым (1988). Для его расчета необходимо было установить вынос (расход) всего азота (в том числе из почвы), пошедшего на формирование урожая люцерны, выращиваемой под покровом ярового ячменя по окончанию третьей ротации севооборота, а также минерализацию гумуса, и его образование (приход) из побочной продукции, пожнивно-корневых остатков [3, 4, 2].

Результаты исследований. В стационарном опыте на естественном уровне плодородия почвы по окончанию третьей ротации севооборота расчет баланса гумуса в почве показал, что вынос всего азота с урожаем зерна был наибольшим при выращивании ярового ячменя. С учетом поправки на интенсивность обработки почвы вынос элемента с урожаем был выше по этой культуре в 1,2 и 1,6 раз соответственно (таблица 1).

Вынос азота из почвы определяла доля элемента, участвующая в формировании урожая. В регионе, по данным Л. П. Леплявченко, Я. В. Губанова, М. Х. Шириняна и др. (1989), она зависит от уровня урожайности культуры: при низком – 50, среднем – 55, и высоком – 60 % [7]. Уровень урожая ярового ячменя в условиях стационарного опыта средний и зависел не только от внесенных удобрений, агрометеорологических условий, но и от предшественника. Минеральные удоб-

рения, проявляя последствие, способствовали увеличению урожая зеленой массы люцерны, выращиваемой под покровом ярового ячменя. На контроле урожайность культур была равна 34,9 и 11,3 ц/га соответственно, при внесении азотных, фосфорных и калийных удобрений она варьировала от 45,7 до 43,7 и 41,9 ц/га и от 15,2 до 14,0 и 13,0 ц/га соответственно по культурам.

Таблица 1 – Баланс гумуса в научно обоснованном 11-польном зернотравяно-пропашном севообороте на посевах люцерны, выращиваемой под покровом ярового ячменя (окончание 3-й ротации)

Вари- ант	Средняя урожай- ность культу- ры, ц/га	Вынос азота с урожаем, кг/га		Минера- лизация гумуса (K=20), ц/га	Образование гумуса из пожнивных корневых остатков, ц/га		Баланс гу- муса (+, -), ц/га
		всего	в том числе из почвы		Накопление остатков	Образова- ние гумуса	
Люцерна 1-го года жизни							
000	34,9	5,5	3,3	1,1	82,0	16,4	+15,3
200	45,7	7,3	4,3	1,4	107,4	21,4	+20,0
020	43,7	6,9	4,1	1,4	102,6	20,5	+19,1
002	41,9	6,6	3,9	1,3	98,4	19,6	+18,3
111	49,9	8,0	4,8	1,6	114,2	23,4	+21,8
222	54,8	8,8	5,3	1,7	128,7	25,7	+24,0
333	57,0	9,1	5,5	1,8	133,9	26,8	+25,0
Яровой ячмень							
000	11,3	9,4	5,6	1,8	17,4	3,4	+1,6
200	15,2	12,6	7,6	2,5	23,4	4,7	+2,2
020	14,0	11,7	7,0	2,3	21,5	4,3	+2,0
002	13,0	10,8	6,5	2,2	20,0	4,0	+1,8
111	18,6	15,4	9,2	3,0	28,6	5,7	+2,7
222	22,0	18,3	10,9	3,6	33,8	6,7	+3,1
333	25,6	21,3	12,7	4,2	39,4	7,8	+3,6

Применение одинарных, двойных и тройных норм полного минерального удобрения способствовало повышению урожайности с увеличением их количества: у люцерны от 49,9 до 54,8 и 57,0 ц/га и ярового ячменя от 18,6 до 22,0 и 25,6 ц/га соответственно.

Вынос азота люцерной и яровым ячменем определялся уровнем урожая культуры и зависел также от последствие видов и норм удобрений. Виды удобрений относительно контроля вынос азота люцерной увеличивали от 20,0 до 32,7 %, а вынос яровым ячменем – от 14,9 и 34,0 %. Нормы удобрений способствовали дальнейшему увеличению показателя. При этом минерализация гумуса на удобренных вариантах под люцерной варьировала от 1,3 до 1,8 ц/га, а под яровым ячменем от 3,0 до 4,2 ц/га.

Образование гумуса из пожнивных корневых остатков зависело от накопления органического вещества в почве. Как констатирует А. Х. Шеуджен (2018), опыт многолетних стационаров показывает, что даже длительное систематическое применение минеральных удобрений не вызывает снижения почвенного плодородия вследствие большего количества поступающих в почву органических остатков [9]. В наших исследованиях также наблюдается восполнение содержания гумуса, и его баланс положительный: он варьирует на посевах люцерны от + 15,3 до 25,0 ц/га и под яровым ячменем от 1,6 до 3,6 ц/га.

Заключение. Расчет баланса гумуса при реализации 11-польного зернотравяно-пропашного севооборота, имеющего в составе люцерну, выращиваемую под покровом ярового ячменя, показал, что роль сельскохозяйственных культур в регулировании баланса гумуса в черноземе выщелоченном различна. Наибольшую ценность в регулировании баланса гумуса почвы относительно ярового ячменя имеют растительные остатки растений люцерны. Невысокая минерализация органического вещества в почве под люцерной (1,1 – 1,8 ц/га) и значительное накопление растительных остатков (82,0–133,9 ц/га) способствует образованию гумуса (от +15,3 до +25,0 ц/га). Гумификация органического вещества после ее выращивания

обеспечивает накопление гумуса в почве, что способствует поддержанию плодородия почв, экологических их функций в агроландшафтах и устойчивости агроценоза.

Баланс гумуса в почве при выращивании ярового ячменя также положителен как на естественном уровне плодородия, так и при последствии различных видов и дифференцированных норм полного минерального удобрения (от +1,6 до +3,6 ц/га). Однако в целом по зернотравяно-пропашному севообороту без применения органических удобрений, как показали расчеты, проведенные ранее, не обеспечивается бездефицитный баланс гумуса в почве. Для бездефицитного баланса гумуса чернозема, интенсивно используемого в сельскохозяйственном производстве, на естественном уровне плодородия необходимо внесение более 6,0 т/га органических удобрений, при использовании высоких норм минеральных удобрений – до 13 т/га, низких и средних – 9,4 и 11,9 т/га [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В. И. Биосфера. Химическое строение биосферы Земли. Избр. Соч. – М. АН СССР. – 1960. – Т. 5. – 254 с.
2. Жуков А. И. Регулирование баланса гумуса в почве / А. И. Жуков, П. Д. Попов. – М. : Росагропромиздат, 1988. – 40 с.
3. Левин Ф. И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции / Ф. И. Левин. – М. : Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 36–42.
4. Лыков А. М. К методике расчетного определения гумусового баланса почвы в интенсивном земледелии / А. М. Лыков. – М. : Изв. ТСХА. – 1979. – № 6. – С. 14–19.
5. Онищенко Л. М. Изменение содержания гумуса в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья в результате его сельскохозяйственного использования / Л. М. Онищенко // Энтузиасты аграрной науки. Тр. КубГАУ. – Вып. 15. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – С. 129–140.
6. Почвы в биосфере и жизни человека: монография. – М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – 584 с.
7. Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях в Краснодарском крае: метод. рекомендации / Л. П. Леплявченко, А. Г. Пашков, А. А. Хуртин и др. – Краснодар, 1989. – 24 с.
8. Шеуджен А. Х. Агрохимия чернозема / А. Х. Шеуджен. – Майкоп : Полиграф-Юг, 2015. – 232 с.
9. Шеуджен А. Х. Агробιοгеохимия чернозема. 2-е изд. доп. и перераб. – Майкоп : Полиграф-ЮГ, 2018. – 308 с.

THE EFFECT OF DROUGHT STRESS AND CULTIVATION SYSTEM ON SOME MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MILLET (*PANUCUM MILIACEUM* L.) AND GUAR (*CYAMOPSIS TETRAGONOLIBA*)

Hamid Sodaeizadeh¹, Kazem kamali aliabadi², Nahid bashari³

¹ Associate Professor, ² Assistant Professor and M.Sc. student of dry area management department in Natural Resources Faculty Yazd, Iran
Email: hsodaie@yazd.ac.ir

Drought is important limiting element for agricultural productivity and suppress plant growth decreased water absorption and nutrient uptake. Decreased water availability generally results in reduced growth as well as final yield in crop plants. However, plant species in a mixed cropping system may change in their responses to growth under water stress because accessibility is known to be spatially heterogeneous distributed in time and space. This experiment was conducted in 2015 at Yazd Ezabad Research Farm in split plot based on a complete randomized block design with three replications. The main plot was moisture stress in three levels and the sub plot in the arrangement of pure crop cultivation of millet, guar and mixed crop cultivation of both plants.

Keywords: Legumes, chlorophyll leaf index, proline, randomized block design.

In recent year's consideration has concentrated on the diversified agricultural production systems for maximizing usage of resources (Asgharipour and Rafiei, 2010). Yield profit of crop mixtures take place when the component crops are in complementarity with each other, resulting in more effectual use of environmental resources, i.e. water, light and nutrients, compared with when grown alone (Semere et al., 2001). When a legume intercropping with commonly a cereal, the nitrogen nutrition of the linked crop may be improved by direct nitrogen move from the legume to cereal (Giller and Wilson, 1991). Legumes, with their flexibility to different cropping patterns and their potential to fix nitrogen, may offer chance to sustain increased productivity (Jeyabal and Kuppaswamy, 2001). Drought is important limiting element for agricultural productivity and suppress plant growth decreased water absorption and nutrient uptake. Decreased water availability generally results in reduced growth as well as final yield in crop plants. However, plant species in a mixed cropping system may change in their responses to growth under water stress because accessibility is known to be spatially heterogeneous distributed in time and space (Fadlalla, 1999). The objective of this study was to evaluate the influence of drought stress and cultivation system on some morphological and physiological characteristics of millet and guar under field condition. Overall the results of the demonstrate that mixing arrangement of millet and guar, as a suitable model for forage production, is recommended in drought stress conditions.

Materials and Methods

This experiment was conducted in 2015 at Yazd Ezabad Research Farm in split plot based on a complete randomized block design with three replications. The main plot was moisture stress in three levels and the sub plot in the arrangement of pure crop cultivation of millet, guar and mixed crop cultivation of both plants. The irrigation was applied when the available soil moisture in the root zone was depleted to 60, 70 or 80 percent of the total available soil moisture. Land was ploughed uniformly for all treatments. Before planting fertilizer was added to the soil based on millet requirement. Seeds of plants were sowed following the plowing, so as to maintain a final distance between plants in rows and columns as 25 cm. The first irrigation was done after sowing. Irrigation was done based on variations in soil water retention capacity and depletion rates by the crop. Observations were made for plant height, forage yield, protein content, chlorophyll leaf index, proline concentration. Forage yield was obtained from 2.25 m² after removing a border row. Data were analyzed using two-way analysis of variance (ANOVA). Duncan's multiple range test was used for mean comparison for all data at the 5% significance level.

Results

The results showed that irrigation and planting treatments and their interaction had a significant effect on plant height, chlorophyll leaf index, proline as well as forage yield. Protein content significantly affected by irrigation and cultivation arrangement while the interaction of these factor had no significant effect on mention characteristic (Table 1).

Table 1. The effect of irrigation and planting arrangement on some characteristic of millet and guar

Source of variation	d.f	Plant height	forage yield	Protein	chlorophyll leaf index	Proline
Replication	2	0.46	7349.6	0.001	14.9	0.04
Irrigation	2	633.2**	10377.3**	0.016**	1514.9**	170.6**
Main erroe	6	0.855	8377.7	0.0009	3.69	0.27
Arrangement	2	92.1**	52157.2**	0.119**	286.01**	16.97**
Irrigation*Arrangement	9	2.8*	1245.9*	0.015 ^{ns}	11.54**	0.92**
Error	12	1.11	2.96	0.003	5.39	0.25
C.V (%)	-	2.78	1.8	7.9	6.42	7.6

** Significant difference at 1% level * Significant difference at 1% level ^{ns} None Significant effect

Result indicated that leaf chlorophyll index significantly increased as irrigation was delayed. Maximum and minimum amount of chlorophyll was obtained at mixed crop arrangement and millet pure planting, respectively. In each irrigation treatment forage yield was maximum at mixing cropping system followed by and millet pure planting. Plant height was significantly decreased as irrigation was delayed whereas proline content indicated reveres trend (table 2).

Table 2. Interaction effect of irrigation and planting arrangement on plant height. Forage yield, proline content and chlorophyll content of millet and guar

Irrigation level	Planting arrangement	Plant height (cm)	Forage yield (kg/ha)	Proline (µg/g)	chlorophyll leaf index (mg/kg)
Irrigation at 60% depletion of field capacity (FC)	millet	115.07 ^a	5938.65 ^b	7.7 ^b	39.3 ^c
	guar	74.07 ^c	4960.07 ^c	8.9 ^a	47.03 ^b
	guar*millet	104.35 ^b	6037.35 ^a	9.25 ^a	57.53 ^a
Irrigation at 70% depletion of field capacity (FC)	millet	99.76 ^b	5091.76 ^b	10.68 ^c	27.06 ^c
	guar	63.26 ^c	3811.26 ^c	12.41 ^b	38.2 ^b
	guar*millet	81.13 ^b	5612.13 ^a	14.06 ^a	43.01 ^a
Irrigation at 80% depletion of field capacity (FC)	millet	93.53 ^a	4954.53 ^b	12.73 ^b	23.26 ^b
	guar	62.44 ^c	3794.39 ^c	14.51 ^a	24.33 ^b
	guar*millet	80.96 ^b	5548.96 ^a	16.21 ^a	40.13 ^a

Same letters in each column and each irrigation level indicate no significant difference at 5% after applying Duncan test

Results also showed that irrigation levels tested in this experiment had no significant effect on the amount of protein. The highest amount of protein was observed in guar pure planting that had no significant difference with mixed cropping of both test plant (table 3).

Table 3. Effect of irrigation treatment and planting arrangement on protein content of millet and guar

Experimental treatments		Protein (%)
Irrigation	at 60 % depletion of FC	23.52 ^a
	at 70 % depletion of FC	24.52 ^a
	at 80 % depletion of FC	25.13 ^a
Planting arrangement	millet	10.36 ^a
	guar	26.17 ^b
	guar*millet	23.97 ^b

Same letters in each treatment indicate no significant difference at 5% after applying Duncan test
Overall the results of the above study demonstrate that mixing arrangement of millet and guar, as a suitable model for forage production, is recommended in drought stress conditions.

REFERENCES

- Asgharipour, M and Rafiei, M. 2010. Intercropping of isabgol (*Plantago ovate* L.) and lentil as influenced by drought stress. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci. 9 (1): 62-69.

2. Fadlalla, M.A. 1999. Productivity of sorghum-cowpea intercropping system under drought stress. Master of Science thesis, Wageningen Agriculture University, Netherlands.
3. Giller, K.E and Wilson, K.J. 1991. Nitrogen fixation and tropical cropping systems. CAB International, Wallingford, 10–120.
4. Jeyabal, A and Kuppuswamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice–legume cropping system and soil fertility. *Eur. J. Agron* 15: 153–170.
5. Semere, T and Froud- Williams, R. 2001. The effect of pea cultivar and water stress on root and shoot competition between vegetative plants of maize and pea. *Journal of Applied Ecology* 38: 137–145.

YDK 63

COMPARISON OF PROPAGATION OF MADDER PLANT BY SEXUAL AND ASEXUAL METHODS AS AN INDUSTRIAL AND MEDICINAL

Kamali_Aliabad Kazem^{1*}, H.Sodaezadeh², E.Zamani³

1-Assitant Professor and 2-Associate Professor of Natural Resources Faculty in Yazd University, and
3-MSc student of Horticulture science, Ardakan University, Ardakan , Yazd, Iran, Email: kkama-li@yazd.ac.ir

Madder is an industrial plant which is resistant to water and soil salinity. From roots of this plant, a red durable color can be extracted. Since ancient times, cultivation of this plant has been common in Europe and Asia. The largest areas of its distribution were some areas of China, Japan, India, central Asian countries, in Iran Madder has been planted in some parts of Iran such as in Yazd, Tabriz, Orumie, Arak, Fars and Kerman. Today, in most of these areas, planting *Rubia tinctorum* has been forgotten and it is only cultivated in some regions of Yazd province like Bafq and Ardakan .in this research , compared seed and vegetative propagation of this plant in salinity cultivation area . the result showed , in seed propagation, cost of production will be reduced , product quality is better as well as transportation and maintain of plant materials is easier than vegetative propagation method .However in high salinity due to low seed germination ,root cutting as a vegetative method must be used.(1,4)

Keywords: *Rubia tinctorum*, soil salinity, industrial, medicinal

Introduction:

Propagation of this plant occurs either through "Sexual reproduction" (seeding) and "Asexual reproduction" (propagated by root cuttings) and depending on the position of the region in terms of climate, there are advantages and disadvantages.

Botanical Characteristics of Madder

Madder with the scientific name *Rubia tinctorum* is a member of Rubiaceae family. Plants in this family are herbaceous plants in a type of annual, perennial. Madder has a height of 1 to 1.5 meters and its underground organs include the root and rhizome which are usable parts of the plant. Diameter of the root is 0.5 to 2 cm and its height is 50-100 cm. Madder's root is dark red, but bright red inside. First, it tastes sweet, then bitter and astringent. Its root consists of three parts (3, 4).

1- A thin nut inside the root with reddish yellow color,

2- A wall that surrounds the nut. The color of this part is a glucoside that is easily separated from the other parts.

3- The outer skin is dark brown, which is very thin and of dead tissue.

Material and Methods:

Propagation: in this research we used seed as a sexual propagation and root cutting as a vegetative propagation and finally compared two methods.

1-Planting the Seed:

In this method, it is necessary to plow the ground before March, to land 50-40 tons of manure and 400 kg of phosphate fertilizer per hectare and completely submerge the land. For this purpose, the depth of plowing is considered between 40-30 cm. The amount of seed used varies in different soils and varies between 150-100 kg / ha, but is usually 300 kg / ha, which is immediately irrigated after seeding. Generally, the seed start budding after 18 days. The second irrigation takes place 12 days after seeding. In this method seed before cultivation must be macerate (2, 3,4).

2- Planting through root cuttings:

Another method of propagating the madder plant is to take the cuttings from the root. In this method, early in the second year, in the root zone of the madders, there are buds that grow within the soil throughout the year.



Fig1-Madder root structure

In this method, the planting is in accordance with the previous method, which first plows the land and fertilizes it. The amount of fertilizer and the method of preparing the land are according to planting through seeding, and the time of planting the root is from early October to the end of March. Due to the fact that the madder cuttings are harvested in October, they can be kept until the first of March. In vegetative propagation, Small roots separate from original plant and cultivated in horizontal position in the soil. After cultivation soil must be irrigated (4)

Results and discution ;

The results showed, in seed propagation cost of production will be reduced and in this method transportation and maintain of plant material is easier than vegetative method, but this method is not good for high salinity land because seed germination will be reduced .while propagation via root cutting is good method for high salinity lands and we can used this method in autumn to spring season. Result indicated using vegetative propagation method in hard condition of water and soil is better than seed propagation. Totally development of this plant especially in saline soil and arid land is very profitable. Extraction of dye from root of this plant for using food and cosmetic industries is very important that there is a little research in this case in the world.

REFERENCES:

1. Evaluation report of food additive “Madder color “July 2,2004.food safety commission food additives Expert
2. Schaefer G.1991. Madder and Turkey Red &the cultivation .OIBA & Rev.Vol.4 -1398-1406
3. Medicinal plants. Zargari A.1998. Tehran university publications.
4. Kamali and tabatabaee .1985.Madder master report . Yazd institute.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОЛЕТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ СОВМЕЩЕННЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ С ГОРЧИЦЕЙ НА КАШТАНОВЫХ СОЛОНЦЕВАТЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Буянкин Виктор Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий н/сотрудник, ФГБНУ «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», филиал ФНЦ агроэкологии РАН, *Россия, г. Волгоград, nwniish@mail.ru*

Андриевская Людмила Петровна, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», филиал ФНЦ агроэкологии РАН, *Россия, г. Волгоград, nwniish@mail.ru*

Молдабеков Касымбек Балгынбекович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция»

Лиманская Валентина Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора по научной части, ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», Уральск, *Казахстан, usxoc@mail.ru*

Булеков Тулеген Ахметович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом земледелия, ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», Уральск, *Казахстан, usxoc@mail.ru*

Подчеркивается возможность взаимного развития отраслей животноводства и растениеводства через совмещенные посевы многолетних злаковобобовых трав. Обобщены собственные результаты исследований на каштановых солонцеватых малогумусовых почвах Северного Прикаспия в пределах соседних Западно-Казахстанской (1991–1999 гг.) и Волгоградской (2010–2015 гг.) областях России и Казахстана. В Нижне-Волжском НИИСХ и ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция» чизелевание 10–15 летнего житняка орудиями, оснащенными стойками «Ранчо» с широким долотом на 0,32–0,35 м в комплексе с азотной подкормкой (N15–34 кг/га) улучшало воднофизические и агрохимические показатели почвы, повышало урожайность сена и восстанавливало репродукционную способность травостоя до урожайности семян в 2,0 ц/га. Исследования последних лет в Казахстане доказывают возможность восстановления бобового компонента травосмесей за счет подсева донника желтого и эспарцета в подготовленную чизельным орудием старовозрастную дернину житняка, что увеличивает продолжительность пользования многолетними травами.

Ключевые слова: Северный Прикаспий, многолетние травы, посев, покров горчицы, дернина, подсев, донник, эспарцет, водный режим, органика, гумус, плодородие.

INCREASE OF LONGEVITY AND PRODUCTIVITY OF COMBINED SOWINGS OF PERENNIAL GRASSES WITH MUSTARD ON CHESTNUT ALKALINE SOILS OF THE NORTHERN CASPIAN

**Buyankin V. I., Andrievskaya L. P., Moldabekov K. B.,
Limanskaya V. B., Bulekov T. A.**

The possibility of mutual development of livestock and crop production through combined crops of perennial cereal-bean grasses is emphasized. Own research results on chestnut alkaline soils with low humus content on territory Northern Caspian region within the neighboring West Kazakhstan (1991–1999) and Volgograd (2010–2015) regions of Russia and Kazakhstan are summarized. In Nizhne-Volzhsky RIA and LLP "Ural Agricultural Experimental Station" chiseling of 10-15 years old wheatgrass with tools equipped with racks "Rancho" with a wide chisel at 0.32-0.35 m in combination with nitrogen fertilizing (N15–34 kg/ha) improved the water-physical and agrochemical parameters of the soil, increased the yield of hay and restored the reproductive capacity of the grass stand to a yield of seeds of 2.0 c/ha. The possibility of restoring the bean component of grass mixtures due to the sowing of the yellow melilot and sainfoin into the old-growth mattae of wheatgrass prepared by the chisel tool, which increases the length of use of perennial grasses, has been proved in Kazakhstan studies of recent years.

Key words: Northern Caspian, perennial grasses, sowing, cover of mustard, mattae, melilot, sainfoin, water regime, organic matter, humus, fertility.

Классика агрономической мысли утверждает взаимозависимость земледелия и животноводства. Особенно это проявляется в деятельности аграрных предприятий сухостепной и

полупустынной зон России и Казахстана в междуречье Волги и Урала. Здесь невозможно добиться успеха в земледелии, игнорируя животноводческую отрасль.

Сельскохозяйственные предприятия отмеченного региона сейчас почти повсеместно занимаются выращиванием зерновых и масличных культур. Кормовые культуры возделываются на ограниченных площадях, что негативно отражается на плодородии пашни. К примеру, посевные площади, отводимые под кормовые в Волгоградской области в 2015–2017 гг., сократились более чем в 10 раз по сравнению с 1991–1993 гг.

На неорошаемых землях области многолетние травы занимают около 58,0 тыс. га, преимущественно старовозрастные. Орошаемые земли практически лишились государственной поддержки. Грубые корма здесь почти не выращиваются. Это отрицательно сказывается на производстве животноводческой продукции, особенно молока. В начале 90-х годов молочное поголовье области составляло 481 тыс. коров, производство молока достигло 1 млн 100 тыс т. К 2015 году коров осталось 8,3 тыс. голов, а производство натуральной молочной продукции упало до 26,3 тыс. т в год [1].

Сельскохозяйственные предприятия всех форм собственности, включая и фермеров, отказываются заниматься животноводством при действующем паритете цен и банковских кредитных ставках. Свободное сельское население (пенсионеры, безработные) не имеют возможности содержать на личном подворье скот из-за отсутствия всех видов дешевых кормов как в летний период, так и зимой. Лишь наиболее сильные семьи содержат немного голов крупного рогатого скота и овец. В результате в торговой сети области предлагается молочная продукция из импортного сухого молока с самыми разными небезопасными добавками, вплоть до антибиотиков.

Выход, на наш взгляд, имеется. На предыдущей международной экологической конференции мы предлагали использовать многолетний практический опыт Уральской государственной сельскохозяйственной опытной станции из соседней Западно-Казахстанской области Казахстана. Здесь с 1989 по 1999 гг. был разработан, запатентован и широко внедрен в практику новый способ посева многолетних трав под покров горчицы [2]. Напомним, что в опытном хозяйстве самой станции многолетние травы к 2000. занимали 9,0 тыс. га. Посевы использовались для пастбы, сенокошения и под семенники 5 видов степных кормовых трав (фото 1).



Фото 1 – Стадо скота мясного направления (герефорды) на пастбище Уральской сельскохозяйственной опытной станции в 2017 г.

Эти площади являлись основой кормового рациона 3,0 тыс. голов государственного племенного скота и 1,5 тыс. голов скота местных сельчан, проживающих в 7 сельских поселениях Деркульского поселкового Совета. Кроме того, до 1,5 тыс. га посевов трав ежегодно сдавалось в аренду сторонним лицам для заготовки сена силами соседних аграрных предприятий [3, 4].

До настоящего времени сохранилось более 1,5 тыс. га посевов многолетних трав прошлых лет (1993–1999), которые по прежнему могут и дают грубые корма (сено) и зеленую массу на пастбищах. По оценкам ученых «Уральской сельскохозяйственной опытной станции» в 2015 г. в травостое 20–25-летнего возраста удельный вес ценных злаковых трав колебался от 73,0 до 96,0 %. Бобовый компонент (желтогибридная люцерна – 17 %) был обнаружен лишь на одном запольном участке (20 га) у развилки сухой степной балки.

По этому же способу в 2002 г. был организован успешный посев злаково-бобовой травосмеси под покров горчицы в Нижне-Волжском НИИСХ на площади в 32 га. Здесь травы также используются как на сено, так и на семена. Однако для этого пришлось в 2011–2012 гг. провести комплекс культурно-технических работ по омолаживанию стеблестоя житняка по запатентованной технологии [5]. Главной составляющей была обработка дернины старовозрастных многолетних трав многофункциональными рабочими органами (стойка «Ранчо») почвообрабатывающей машины ОЧО-5-40, конструкции нашего института (фото 2).



Фото 2 – Орудие ОЧО-5-40 конструкции НВ НИИСХ
для основной обработки почвы и чизелевания трав

По данным Нижне-Волжского НИИСХ это положительно сказалось на воднофизических и агрохимических свойствах светлокаштановых солонцеватых почв, а также на увеличение массы поступающей органики и содержания гумуса в пахотном слое [6]. В 2012 г. была предпринята попытка подсева донника двулетнего (6–8 кг/га) поперек чизелевания ОЧО-5-40 на глубину 0,32–0,34 м. Получены всходы донника желтого по изреженным частям дернины житняка. Развитие донника сильно угнетала наступившая засуха. Большинство растений донника не выдержало зимовки. Цветение донника в следующем 2013 г. отмечалось лишь у единичных растений (5–10 % от взшедших). Очевидно, существенно влиять на урожайность сена, а также воздействовать на содержание азота в почве столь редкий стеблестой донника не мог. Подробные сведения приводятся в прошлогоднем сборнике трудов международной экологической конференции Кубанского ГАУ [7].

В рамках творческого сотрудничества технология омолаживания стеблестоя трав Нижне-Волжским НИИСХ была предложена ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция» для изучения и проверки в условиях Казахстана на посевах более старшего возраста. Было также оказано содействие в приобретении комплекта стоек «Ранчо» с долотом в г. Волжском. При этом рекомендовалось смонтировать стойки «Ранчо» на раме серийного плуга ПН-4-35 для работы с межследовым расстоянием в 0,7 и 1,4 м.

Первые же испытания созданного агрегата (типа ОЧО-5-40) в 2015 г. на Уральской сельскохозяйственной опытной станции подтвердили эффективность этого способа омолаживания старовозрастных посевов (15 лет и старше) и в условиях Казахстана. Этому благоприятствовала погода осенне-зимнего периода, а также весны 2016 г., способствующая накоплению на вариантах чизелевания максимальных запасов продуктивной влаги (140–160 мм).

Внесение азотных удобрений на этом фоне обеспечило как рост урожайности старовозрастных посевов, так и полноценные всходы подсеянных фитомелиорантов – донника и эспарцета. Урожайность сена многолетних трав прошлых лет посева колебалась по вариантам от 25,3 до 38,7 ц/га при 19,2 ц/га на контроле. Прибавка от чизелевания составляла 5,3–7,9 ц/га (30,7–41,1 %), а при дополнительной азотной подкормке N₂₀–19,3ц/га (таблица 1).

Таблица 1– Влияние чизелевания стойками «Ранчо» и подкормки (N₂₀) на продуктивность 15-летних посевов житняка (ц/га) сена на ТОО «Уральск с.-х. оп. ст.» в 2016–2017 гг.

№ п/п	Варианты культурно-технических работ	2016 г.			2017 г.			Среднее за 2 года			
		Урожайность сена, ц/га	Прибавка		Урожайность сена, ц/га	Прибавка		Урожайность сена, ц/га	Прибавка		
			ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%	%
1*	Контроль (без обработки)	19,2	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0	18,9	0,0	0,0	0,0
2	Чизелевание через 1,4 м	27,3	7,9	41,1	8,0	0,2	2,6	17,7	3,8	27,3	27,3
3	Чизелевание через 0,7 м	25,3	5,3	30,7	9,4	1,6	20,5	15,6	1,7	12,8	12,8
4	Без механической обработки + N ₂₀	34,8	15,4	80,2	10,3	2,5	32,1	22,3	9,0	64,7	64,7
5	Чизелевание через 1,4 м + N ₂₀	38,7	19,3	100,5	12,8	5,0	67,1	25,8	12,1	87,1	87,1
6	Чизелевание через 0,7 м + N ₂₀	38,3	18,9	98,4	13,0	5,2	66,7	25,7	12,0	86,3	86,3

* Примечание: За контроль приняты посевы житняка в возрасте 15 лет без чизелевания и азотной подкормки N₂₀

Одновременно с научными исследованиями по этой тематике чизелевание многолетних трав прошлых лет посева было произведено на 100 га производственного подразделения самой Уральской сельскохозяйственной опытной станции и 180 га в КХ «Шунайбеков», специализирующегося на производстве животноводческой и растениеводческой продукции. Хозяйство находится в соседнем Зеленовском районе Западно-Казахстанской области.

Последующий 2017 сельскохозяйственный год на Уральской опытной станции выдался засушливым, что отразилось на уровне урожая старовозрастных посевов многолетних трав. Эффект последствия чизелевания выразился прибавкой лишь от 0,2 до 1,6 ц/га при урожайности контроля 7,8 ц/га. Наибольшую урожайность в условиях засухи 2017 г. обеспечили варианты чизелевания дернины злаков в сочетании с весенней подкормкой азотом № 20 и подсевом бобовых трав по следу чизельной стойки «Ранчо» (фото 3).



Фото 3 – Совмещенные подсевы донника в дернину житняка прошлых лет (1998 г.) на Уральской сельскохозяйственной опытной станции в 2017 г.

Прибавка урожайности составляла от 3,2 до 4,8 ц/га и достигала при подсеве эспарцета 66,7, а донника – 91,6 % (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность комплекса культурно-технических мероприятий, повышающих продуктивность многолетних трав на Уральской сельскохозяйственной опытной станции (сена, ц/га) в 2017 г.

№ п/п	Варианты механических и агрохимических обработок многолетних трав	С подсевом донника		С подсевом эспарцета	
		Урожайность 2 года жизни	Прибавка % к контролю	Урожайность 2 года жизни	Прибавка % к контролю
1*	Контроль (без обработки)	8,3	0,0	7,2	0,0
2	Чизелевание через 1,4 м	10,4	5,3	8,8	22,2
3	Чизелевание через 0,7 м	11,4	37,3	10,1	40,3
4	Без обработки + N ₂₀	11,1	33,7	10,5	45,8
5	Чизелевание через 1,4 м + N ₂₀	12,3	48,2	10,4	44,4
6	Чизелевание через 0,7 м + N ₂₀	15,9	91,6	12,0	66,7

* Примечание: За контроль приняты посевы житняка в возрасте 15 лет без проведения чизелевания и минеральных удобрений N₂₀ и подсева бобовых трав.

На Уральской сельскохозяйственной опытной станции в 2017 г. удалось к сенокосению иметь обогащенный бобовыми травами хозяйственно ценный травостой вместо старовозрастного житняка. Достигнуто это за счет совмещенного подсева бобовых трав в разрыхленную чизелеванием дернину злакового компонента возрастом свыше 15 лет. Визуальная оценка стеблестоя житняка в июне 2017 г. совмещенного с подсевом донника и эспарцета, и произведенный учет выращенного урожая позволяют надеяться на эффективное последствие и в следующем 2018 г. за счет обогащения биологическим азотом почвы фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями на корнях этих бобовых растений.

Результаты исследований по многолетним травам прошли широкую производственную проверку на землях России и Казахстана. В Западно-Казахстанской области в 1991–1992 г. травы, по методу Уральской сельскохозяйственной опытной станции, успешно высевались на 600 га совхоза «Миргородский» Бурлинского района. В это же время были созданы волоснецовые пастбища (150 га) в колхозе им. Ленина Озинского района Саратовской области. Три года спустя, в КФХ «Сысоева» Большечерниговского района Самарской области с нашей помощью на площади 840 га были произведены посевы для организации коллективных сенокосов для местного населения. Руководством Самарского облагропрома (пред. Н. М. Румянцев) здесь был проведен семинар для представителей 11 сельских районов области по изучению и внедрению этого опыта.

Вскоре в ЗАО «Заречье-2» Красноармейского района, были заложены долголетние сенокосы на площади 470 га, которые эксплуатировались более 7 лет. Успешной была также внедренческая работа (2001–2004 гг.) в хозяйствах Краснопартизанского (170), Балаковского

(150 га), Советского (230 га), Дергачевского (240 га) и Вольского (270 га) районов Саратовской области, а так же в колхозе им-Ленина (150 га) Курманаевского района Оренбургской области.

Особенно активно и результативно сложилась эта деятельность в хозяйствах ОАО «Агропромсоюза» ВГМЗ «Сарепта» в Волгоградской области и Калмыкии, где в короткие сроки удалось провести залужение сенокосов на пашне и землях коренного улучшения за счет совмещенных посевов трав под покров горчицы. Эти угодья создавались для обеспечения кормами предприятия и нужд местного населения (ОАО «Пригородный» – 275 га), (ОАО им-Калинина – 880 га), (ОАО «Верный путь» – 420 га), (ОАО «Коропкинское» – 820 га).

Всего в сухостепной и полупустынной зонах России и Казахстана на рубеже XX и XI вв. совмещенные посевы многолетних трав с горчицей сизой были произведены на общей площади свыше 20,0 тыс. га.

Выводы и предложения

1. На каштановых малогумусовых солонцеватых почвах Северного Прикаспия повышенную продуктивность и долголетие кормовых угодий обеспечивают совмещенные посевы многолетних злаково-бобовых трав под покров горчицы сизой. Продолжительность периода пользования сенокосов превышает 10–12 лет.

2. Проведение комплекса энергосберегающих мероприятий, включающих чизелевание старовозрастных посевов житняка и азотные подкормки в условиях Волгоградской и Западно-Казахстанской областей обеспечивают прореживание загущенной дернины, улучшение воднофизических и агрохимических свойств зональных почв и восстановление исходной урожайности сена и семян до уровня второго-третьего года пользования трав.

3. Предпочтительным способом восстановления продуктивности и продления долголетия совмещенных посевов будет чизелевание дернины злаков орудием со стойками «Ранчо», установленными на раме орудия с межследовым расстоянием 1,4 или 1,6 м. Высокая продуктивность сеяных угодий сочетается с минимальными материальными и финансовыми затратами.

4. Совмещенные посевы злаково-бобовых трав и горчицы сизой в течение 13 лет повышали содержание гумуса в пахотном слое по данным НВ НИИСХ, до 2,15–2,19 % против 1,92 % на рядом расположенных делянках с зернопаровым чередованием однолетних культур.

5. Сочетание механических и агрохимических мероприятий с подсевом бобовых трав, по данным ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», повышало продуктивность сенокосов за счет обогащения почвы биологическим азотом, накапливаемым корневой системой этих фитомелиорантов.

Это позволит не только собирать больше кормов с низкопродуктивных угодий, но и поднять почвенное плодородие малогумусных каштановых почв в комплексе с солонцами. Открывается возможность увеличения долголетия травостоя до 20 лет и более на обширных просторах Нижнего Поволжья и Северо-Западного Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство Волгоградской области: аналитические материалы / Комитет по сельскому хозяйству и продовольствию. Администрация Волгоградской области. – Волгоград : изд. Центра научной информации и пропаганды «Агроинформреклама», 1999. – 41 с.

2. Буянкин В. И. Патент №7573 Национального патентного ведомства Республики Казахстан на изобретение» «Способ выращивания многолетних трав под покров сельскохозяйственных культур».– Алматы, 15.06.99 г.

3. Буянкин В. И. Совмещенные посевы горчицы и многолетних трав / В. И. Буянкин Степные просторы. – Саратов, май 2001 г. (спецвыпуск) – С. 82–83.

4. Буянкин В. И. Горчица и травы на Западе Казахстана / В. И. Буянкин. – Уральск : Полиграфсервис, 1999. – 84 с.

5. Буянкин В. И. Биоресурсы культуры житняка на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В. И. Буянкин, Л. П. Андриевская, А. В. Якушева // Научные основы стратегического развития агропромышленного комплекса и сельских территорий в условиях ВТО : Материалы конф. – Волгоград, 2014. – С. 76–79.

6. Буянкин В. И., Леонтьев В. В., Беляков А. М. Патент РФ № 2530990 на изобретение «Способ восстановления продуктивности многолетних злаковых трав в зоне каштановых почв», зарегистрирован в Госреестре изобретений РФ 20 августа 2014 г.

7. Буянкин В. И. Эффективность совмещенных посевов многолетних трав и способы повышения их долголетия и продуктивности / В. И. Буянкин // Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства.: V Междунар. науч. экол. конф., Кубанский ГАУ. – Краснодар, 2017 – С. 36–42.

УДК 633.85:631:526.32

СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ РЫЖИКА ЯРОВОГО С ЧЕЧЕВИЦЕЙ ТАРЕЛОЧНОЙ В СЕМЕНОВОДСТВЕ

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук; ФГБНУ «Пензенский НИИСХ», Россия, р. п. Лунино, Пензенская область, prakhova.tanya@yandex.ru

Тимошкин Олег Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент; ФГБНУ «Пензенский НИИСХ», Россия, р. п. Лунино, Пензенская область, prakhova.tanya@yandex.ru

Прахов Владимир Александрович, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Пензенский НИИСХ», Россия, р. п. Лунино, Пензенская область, prakhova.tanya@yandex.ru

Изучали возможность совместного возделывания рыжика ярового и чечевицы тарелочной в смешанном посеве при различных нормах высева обоих компонентов. По результатам трехлетних исследований оптимальная норма высева чечевицы – 2,2 млн всхожих семян на 1 га, рыжика ярового – 6,0 млн всхожих семян на 1 га, что позволяет стабильно собирать высокие урожаи кондиционных семян обеих культур (2,24 и 1,72 т/га соответственно). Такое соотношение компонентов позволяет использовать их в семеноводстве для получения наиболее крупных и выполненных семян.

Ключевые слова: рыжик яровой, чечевица тарелочная, смешанный посев, урожайность, семеноводство, норма высева.

MIXED SEEDS OF CAMELINA SATIVA AND PLATE-SHAPED LENTIL OF THE SEED-GROWING

Prakhova T. Ya., Timoshkin O. A., Prahov V. A.

We studied the possibility of cultivation of plate-shaped lentil and Camelina sativa for grain in mixed sowing with different sowing rates of both components. According to the results of the three-year studies, we can conclude that the optimum sowing rate of lentil is 2.2 million germinating seeds per 1 hectare, of Camelina sativa – 6.0 million germinating seeds per hectare, that allows to obtain high yields of standard seeds of both cultures (2.24 and 1.72 t/ha, respectively). This ratio of components allows them to be used in seed production to produce the largest and most complete seeds.

Keywords: Camelina sativa, plate-shaped lentil, mixed crops, productivity, seed-growing, sowing rate.

Рыжик яровой – малотребовательная к агроэкологическим условиям масличная культура, которая отличается засухоустойчивостью, ранним созреванием и устойчивостью к осыпанию [2].

Чечевица, наоборот, – достаточно требовательная к условиям произрастания культура. В засушливые годы растения достигают высоты всего 17–20 см, из которых практически невозможно сформировать валок при раздельной уборке. При уборке таких посевов прямым комбайнированием теряется часть урожая (15–30 %). В годы с повышенной влагообеспеченностью чечевица формирует большую вегетативную массу, полегаёт, что приводит также к значительным потерям урожая [3].

Благодаря своим биологическим особенностям рыжик яровой может служить хорошей поддерживающей культурой в смешанных посевах с чечевицей для улучшения посевных и урожайных качеств семян [4].

В семеноводстве правильно подобранные культуры и их соотношения для смешанных посевов дают более стабильные урожаи, рационально используют питательные вещества и другие жизненно важные факторы для роста и развития растений. Поэтому исследования по использованию рыжика и чечевицы в совместных посевах при возделывании их на семена с разными нормами высева обоих компонентов, позволяющими получать высокие урожаи этих культур с высоким качеством, являются актуальными.

Объектом исследований являются рыжик яровой сорта Юбилар и чечевица сорта Веховская. Изучалось три нормы высева рыжика ярового 5–7 млн всхожих семян на га в соотношении с нормой высева чечевицы от 1,8 до 2,4 млн всхожих семян на га. Закладка полевых опытов, все фенологические наблюдения и учеты осуществлялись в соответствии с методическими рекомендациями [1].

Исследования проводили на полях Пензенского НИИСХ в контрастные по влагообеспеченности 2013–2015 гг. В среднем за три года период от посева до спелости составил у ярового рыжика 75–80 дн, у чечевицы от 77 до 89 дн. Однако, благодаря устойчивости рыжика к осыпанию при перестое, он без потерь дожидался спелости чечевицы.

Фенологические наблюдения за бинарными посевами рыжика с чечевицей показали, что полевая всхожесть культур, в среднем за годы исследований была достаточно высокой и варьировала в пределах 76,5–87,2 % и 78,9–90,2 % соответственно. При этом наиболее высокая полевая всхожесть отмечена в варианте чечевица + рыжик при соотношении норм высева 2,2 и 6 млн всхожих семян на га. При таком симбиозе растений наблюдался и наиболее высокий процент сохранности растений чечевицы (93,2 %) и рыжика (88,8 %) к уборке.

Результаты исследований по подбору норм высева чечевицы и рыжика и их соотношению в смешанных посевах показали, что при различно складывающихся агрометеорологических условиях и даже в относительно неблагоприятные годы возделывания смесь рыжика ярового с чечевицей оказалась эффективной. За годы изучения такие посевы обеспечивали высокие урожаи семян как отдельных компонентов смеси, так и в целом агроценоза (рисунок 1).

Наибольший сбор семян обеспечивал вариант чечевицы с рыжиком при соотношении компонентов по числу высеянных семян 2,2 : 6. Продуктивность культур здесь составила: рыжика – 1,72 т/га, чечевицы – 2,24 т/га, всего в агроценозе 3,96 т/га. В данном агроценозе складывались благоприятные условия, способствующие лучшему росту и развитию культур.

Неплохие результаты по продуктивности отмечены в вариантах при соотношении компонентов 2,0 : 5 и 2,0 : 6, урожайность которых несущественно отличалась от выделившегося варианта и составила 2,13 : 1,66 и 2,16 : 1,61 т/га соответственно.



Рисунок – Продуктивность чечевицы и рыжика в смешанных посевах (в среднем за 2013–2015 гг.)

Урожайные свойства культур, такие как масса 1000 семян при бинарном посеве, были достаточно высокими и существенно не различались. Масса 1000 семян чечевицы варьировала в пределах 55,9-59,7 г, у рыжика – от 1,63 до 1,75 г. Более высокие значения данного показателя были получены при соотношении норм высева 2,2:6 и составили: у чечевицы 59,7 г и 1,79 г у рыжика ярового (таблица).

Масличность рыжика также изменяется в зависимости от соотношений норм высева, но какой-либо достоверной зависимости не наблюдалось. Наибольшее содержание жира (39,8 %) в семенах рыжика отмечено в агроценозе при соотношении компонентов 2,2:6 млн всхожих семян на га.

Таблица – Масса и качество семян чечевицы и рыжика в бинарных посевах при разных нормах высева (в среднем за 2013–2015 гг.)

Норма высева, млн. всхожих семян на 1 га		Масса 1000 семян, г		Рыжик	Чечевица
Чечевица	Рыжик	Рыжик	Чечевица	Содержание жира, %	Содержание белка, %
1,8	5	1,65	57,1	38,9	28,9
1,8	6	1,69	56,5	38,5	28,5
1,8	7	1,72	56,4	39,0	28,1
2,0	5	1,72	56,3	38,7	27,9
2,0	6	1,73	56,4	37,9	27,6
2,0	7	1,72	55,9	38,2	27,4
2,2	5	1,73	56,4	37,9	27,3
2,2	6	1,79	59,7	39,8	27,1
2,2	7	1,63	56,6	38,5	26,8
2,4	5	1,69	56,1	37,5	26,7
2,4	6	1,74	56,0	38,3	26,3
2,4	7	1,75	55,9	38,1	26,1
НСР ₀₅		0,08	0,13	0,81	0,63

Содержание белка в семенах чечевицы изменяется в зависимости от плотности посева и соотношения растений в агроценозе. Так, проявляется четкая тенденция: с увеличением густоты посева содержание белка незначительно, но заметно снижается от 28,9 до 26,1 %.

Таким образом, наиболее оптимальной нормой высева культур является 2,2 млн у чечевицы и 6 млн у рыжика ярового. При таком соотношении получена наиболее высокая урожайность компонентов и крупные семена, что не маловажно в семеноводстве данных культур.

Преимуществом разработанного способа является низкая конкуренция рыжика по отношению к чечевице. Хорошее выполнение им поддерживающей функции благодаря деревянному прямостоячему стеблю, неосыпаемость семян рыжика до уборочной спелости чечевицы делает возможным однофазную уборку и легкое разделение бункерной смеси семян чечевицы и рыжика на семяочистительных машинах путем подбора решёт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Прахов В. А. Биохимические характеристики семян рыжика озимого / В. А. Прахов // Инновационные технологии в АПК : теория и практика. – Пенза, 2016. – С. 85–88.
3. Сорокин, С.И. Оптимизация семеноводства и технологии возделывания чечевицы / С. И. Сорокин. – Пенза, 2007. – С. 229–236.
2. Тимошкин О. А. Перспективный способ повышения урожайности чечевицы тарелочной / О. А. Тимошкин, Т. Я. Прахова // Земледелие. – 2017. – № 5. – С. 21–24.

СЕКЦИЯ 4
РОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В УЛУЧШЕНИИ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ И ПОВЫШЕНИИ
УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В АГРОЛАНДШАФТАХ

УДК 630*266

ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ ПОЛЕВЫХ ЛЕСОПОЛОС ЮЖНОЙ СИБИРИ

Вайс Андрей Андреевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М. Ф. Решетнева», *Россия, г. Красноярск, vais6365@mail.ru*

Оценка состояния и морфологической структуры древесной биоты показала, что в аридных условиях растения выполняют комплекс экологических и хозяйственных функций в наиболее экстремальных условиях.

Ключевые слова: полезащитная лесополоса, древесная биота, защитная функция

**PROTECTIVE ROLE OF FIELD-PROTECTING FOREST BELTS
SOUTHERN SIBERIA**

Vais A. A.

Assessment of a state and morphological structure of a wood biota showed that in arid conditions of a plant perform a complex of ecological and economic functions in the most extreme conditions.

Keywords: field-protecting forest belt, wood biota, protective function

В новой системе экономических отношений России недостаточное внимание уделяется вопросам развития полезащитных лесных полос. Однако проблемы аридных территорий (интенсификация процессов эрозии, дефляция, засоление почв) в условиях потепления климата требуют проведения целого ряда мероприятий и разработки программ как на национальном, так и на международном уровне [1]. Территория южной части Красноярского края, Республика Хакасия и Тыва относится к крупному сельскохозяйственному региону с большой площадью угодий. Аридная зона указанных районов характеризуется высокой континентальностью климата; малым количеством осадков; отсутствием устойчивого снежного покрова; наличием высоких скоростей воздушных потоков в приземном слое в предвесенние и весенние месяцы, сопровождающихся обычно пыльными бурями и частыми засухами [2]. В таких условиях оценка состояния и морфологии древесной биоты защитных лесополос является актуальной задачей.

Исследования проводились на территории Республики Хакасии (Усть-Абаканский, Бейский, Ширинский, Шушенский районы), Минусинского района Красноярского края и Республики Тыва (Казыльский район). Возраст древостоев на момент наблюдений варьировал от 26 до 47 лет. Насаждения располагались преимущественно на южных и обыкновенных черноземах, кроме этого, на отдельных участках выявлено засоление и песчаные почвы. Ассортимент древесных и кустарниковых пород представлен Б – березой повислой (*Betula pendula* E.), В – вязом приземистым (*Ulmus pumila* L.), Л – лиственницей сибирской (*Larix sibirica* L.), С – сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), Т – тополем черным (*Populus nigra* L.), К – караганой древовидной (*Karagana arborescens* L.).

Защитные полосы соответствовали преимущественно однородным чистым насаждениям, устойчивость которых в аридных условиях выше [1, 2]. Однако встречались и смешанные посадки из комбинаций вяза, тополя и караганы, а также совместный рост сосны, лиственницы, березы. Число рядов в полосах от 1 до 7. Преобладал рядовой способ посадки. Редкая шахматная посадка наблюдалась у деревьев березы, вяза и лиственницы. Схема смешения

соответствовала рекомендациям по созданию защитных полос. Густота зависела от принимаемой схемы и последующего выпадения растений. В зависимости от назначения и древесных пород полосы были представлены различной конструкцией (от ажурной до плотной).

Эффективное выполнение мелиоративных задач защитными полосами возможно только при устойчивом росте, хорошем состоянии и долговечности насаждений. Состояние защитных полос из тополя и вяза менее удовлетворительное, чем березы, сосны и лиственницы. При этом необходимо отметить, что без использования растений, устойчивых к этим условиям произрастания, долговечный рост невозможен. Например, вяз приземистый и карагана древовидная характеризуются средней солеустойчивостью, а тополь черный интенсивным ростом [2].

Долговечность деревьев по рядам у всех пород снижается, что указывает на увеличение изреживания от первого к последнему ряду. Первый ряд является наиболее устойчивым, что связано с аккумуляцией в этом ряду как питательных веществ, так и влаги, что в аридных условиях является определяющим для роста растений.

Возраст определяет долговечность существования защитных лесных полос. В целом можно констатировать, что деревья, по данным Л. С. Савельевой [2], находятся в периоде ослабления физиологических процессов (возраст от 27 до 34 лет).

Высота деревьев выполняют в лесополосах важные функции. Защитная высота зависит от комплекса как биологических, так и хозяйственных факторов. М. А. Шарый [3] отмечал, что прирост центрального побега в высоту является основным критерием жизнеспособности древесного растения. Вяз приземистый имел высоту от 4,9 до 10,8 м; тополь черный от 8,7 до 17,2; береза повислая от 9,9 до 12,6; сосна обыкновенная 7,8; лиственница сибирская от 5,8 до 7,9 м.

Кроновое пространство играет главную роль в выполнении защитных функций лесополосой. У вяза приземистого длина кроны варьировала от 3,0 до 7,4 м; тополя черного от 7,1 до 14,4; березы повислой от 7,4 до 10,4; сосны обыкновенной 5,2; лиственницы сибирской от 5,8 до 7,9 м. По длине кроны (вертикальная защита) породы можно расположить в следующем порядке: тополь черный, береза повислая, лиственница сибирская, вяз приземистый и сосна обыкновенная. Необходимо отметить, что хвойные породы с увеличением возраста и сохранением защитных полос могут изменить наблюдаемый порядок вертикальной защиты (это характерно для более долговечных хвойных пород) в данных условиях места произрастания.

Диаметр кроны деревьев в защитных лесополосах зависит преимущественно от расстояния между рядами и в рядах. В результате можно констатировать, что по диаметрам кроны в рядах растения (горизонтальная защита) имели следующие размеры: вяз приземистый от 2,4 до 3,8 м; тополь черный от 3,8 до 5,4; береза повислая от 2,3 до 3,6; сосна обыкновенная от 2,0 до 2,3; лиственница сибирская от 3,1 до 3,2 м. В этом случае с учетом горизонтальной защиты породы соответствовали следующей последовательности: тополь черный, вяз приземистый, береза повислая, лиственница сибирская и сосна обыкновенная.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

- Потепление климата заставляет обратить внимание на условия произрастания агроценозов (защитные лесополосы) на аридных территориях. Исследование древесной биоты по морфологической структуре лесополос позволяет определить особенности существования древесных пород в экстремальных условиях климата.

- Районы Южной Сибири характеризуются комплексом негативных факторов, оказывающих неблагоприятное влияние на состояние и рост древесных пород защитных лесополос (почвенные условия, недостаток влаги, сильный ветер, процессы засоления и дефляции).

- Первый ряд в защитных лесополосах оказался наиболее устойчивым как по количеству деревьев, так и по размерам вне зависимости от древесной породы. Следует рекомендовать в этих условиях создание немногорядных полос.

- Лиственные породы характеризуются более высокой степенью защиты в сравнении с хвойными породами на данный момент времени.

- Длина кроны (вертикальная защита) максимальна у тополя черного, а минимальна у вяза приземистого и сосны обыкновенной.

- Диаметр кроны деревьев в рядах определяет горизонтальную защиту. Максимальные параметры имеют деревья вяза, тополя в отличие от сосны, лиственницы и березы.

Таким образом, оценка состояния и морфологической структуры древесной биоты показала, что в аридных условиях растения выполняют комплекс экологических и хозяйственных функций в наиболее экстремальных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агролесомелиорация: изд. 5-е перераб. / А. Н. Иванов [и др.]. – Волгоград : ВНИ-АЛМИ, 2006. – 746 с.
2. Мелиоративное влияние защитных насаждений: сб. науч. ст. / Институт леса и лесовосстановления СО АН СССР отв. ред. А. И. Ирошников. – Красноярск: Изд-во ИЛиД, 1984. – 83 с.
3. Шарый М. А. Хвойные породы в молодом возрасте. – Красноярск : КГУ, 1994. – 208 с.

УДК: 551.4: 631.439: 631.434

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Верин Александр Юрьевич, младший научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Россия, г. Саратов, prive__t@mail.ru

Медведев Иван Филиппович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Россия, г. Саратов, prive__t@mail.ru

Деревягин Сергей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора по научной работе, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Россия, г. Саратов, prive__t@mail.ru

Губарев Денис Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Россия, г. Саратов, prive__t@mail.ru

В статье рассматривается влияние возраста лесной полосы на улучшение физико-химических свойств и повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: лесная полоса, плотность сложения почвы, порозность почвы, валовый гумус, почвенная влага, урожайность.

THE INFLUENCE OF THE AGE OF THE FOREST BELT ON SOIL FERTILITY

Verin A. Y., Medvedev I. F., Derevyagin S. S., Gubarev D. I.

The article examines the influence of the age of the forest belt on improving physical and chemical properties and increasing the yield of agricultural crops.

Key words: forest belt, density of soil composition, soil porosity, gross humus, soil moisture, yield.

Создание лесомелиоративных комплексов и искусственное лесоразведение в степных и лесостепных регионах России является одним из факторов стабилизации продуктивности сельскохозяйственных угодий. Лесные полосы играют важнейшую роль в защите посевов сельскохозяйственных культур от действия сильных ветров, суховеев, засух, и эрозии [1, 6]. Лесные полосы защищают почвы от разрушения и помогают в создании благоприятных микроклиматических условий на примыкающей территории [2].

Целью исследования было изучение влияния возраста лесной полосы в улучшении физико-химических свойств и повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы исследований: Исследования проводились на стационарном опыте в рамках локального мониторинга агрофизических свойств в 2017 г. на черноземе обыкновенном (СХОС Аркадакская) под посевами яровой пшеницы. Для наблюдений выбраны облесенные поля площадью 850 га с шириной межполосного пространства 800 м.

Наблюдения за формированием плотности сложения почвы проводились по единой схеме опыта, согласно которой отбор почвенных образцов осуществлялся строго в установленных точках с привязкой GPS координат: лесная полоса (л. п.), 1Н, 2Н, 4Н, контроль (участок открытого поля).

Изучаемые полезащитные водорегулирующие лесополосы плотной конструкции расположены с северо-запада на юго-восток шириной 20 м. Породный состав лесонасаждения – дуб черешчатый и клен остролистный. Возраст лесных полос 120 лет (с высотой деревьев 25 м) и 60 лет (с высотой деревьев, 20 м). Схема посадки древесных культур: шаг посадки 1,5 м, расстояние между рядами – 3 м, количество рядов 12. Фитопатологическое состояние насаждений хорошее.

Проводились наблюдения за плотностью сложения почвы, плотностью твердой фазы и порозностью по слоям 0–10; 10–20; 20–30; 30–40; 40–60 см [2, 4]. В почвенных профилях отмечалось содержание общего гумуса (по методу Тюрина в модификации ЦИНАО). Дифференцированный учет урожая яровой пшеницы осуществлялся комбайном «Сампо». Для статистических расчетов использовали стандартные формулы математической обработки данных в компьютерной программе Agros.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что полезащитные водорегулирующие лесополосы в зависимости от возраста оказывают различное по степени влияние на формирование агрофизических свойств почвы. Плотность сложения почвы увеличивается с удалением от лесополосы. В среднем в гумусовом горизонте (0–30 см) наименьшая плотность сложения почвы наблюдалась у лесополосы возраста 120 лет ($1,01 \text{ г/см}^3$), что меньше на $0,11 \text{ г/см}^3$, чем у 60-летней лесной полосы ($1,12 \text{ г/см}^3$).

По мере удаления от 120-летней лесополосы плотность сложения растет: на расстоянии 1Н – $1,12 \text{ г/см}^3$ на расстоянии 2Н – $1,15$ и на расстоянии 3Н – $1,23$, на контроле – $1,29 \text{ г/см}^3$. Влияние 60-летней лесополосы имеет ту же закономерность (таблица 1).

Таблица 1 – Формирование плотности сложения почвы в зоне влияния лесополосы

Возраст л. п.	Глубина	Лесополоса	1Н	2Н	4Н	Контроль
60 лет	0–10	1,07	1,12	1,13	1,16	1,21
	10–20	1,13	1,23	1,23	1,35	1,34
	20–30	1,17	1,27	1,28	1,35	1,47
	30–40	1,28	1,29	1,33	1,27	1,48
	40–60	1,35	1,34	1,46	1,43	1,51
120 лет	0–10	0,94	1,06	1,09	1,12	1,19
	10–20	1,02	1,13	1,16	1,27	1,28
	20–30	1,08	1,17	1,21	1,31	1,42
	30–40	1,20	1,22	1,25	1,33	1,46
	40–60	1,27	1,30	1,34	1,38	1,45
Фактор	НСР	$F_{\text{теор}}$	$F_{\text{практ}}$			
(А) Возраст л. п.	0,020	4,20	90,274			
(В) Расстояние	0,028	2,95	67,942			

Наименьшая плотность сложения приурочена к верхнему, наиболее гумусированному слою почвы. С глубиной показатель плотности сложения повышается.

Пористость определяет важнейшие свойства почвы. Объем и размер пор в почве зависят от ее гранулометрического состава, структуры и плотности сложения [3]. Наиболее благоприятная пористость почвы в гумусовом горизонте (0–30 см) отмечается у 120-летней лесной полосы и в зоне ее влияния. Пористость почвы снижается с удалением от лесной полосы с 49,6 (1Н) до 38,2% (4Н), при этом пористость 1Н выше участка открытого поля на 28,7 %, тогда как пористость почвы в зоне влияния 60-летней лесополосы варьирует с 53,2 (1Н) до 45 % (4Н), а пористость 1Н выше участка открытого поля на 11 %.

В целом снижение плотности почвы и ее твердой фазы, а также повышение пористости связано с лучшим режимом увлажнения почвы и поступления листового опада в почву в зоне влияния лесополосы, и, как следствие, более богатым растительным покровом, который сохраняет много корневых и пожнивных остатков, участвующих в образовании гумуса. Выявлено, что содержание гумуса в слое почвы 0–30 см под 60-летней лесополосой на 0,8 % больше, чем на контрольном участке (4,71 %) (таблица 2).

По мере удаления от полезащитной лесополосы количество гумуса в пахотном горизонте снижалось. На участке, расположенном на расстоянии 1Н от лесополосы, количество

гумуса в пахотном горизонте составило 5,4 % и было соответственно больше на 0,7 %, чем в пашне контрольного участка.

Таблица 2 – Содержание гумуса в почве в зоне влияния лесополос, %

Возраст л. п.	Глубина	Лесополоса	1Н	2Н	4Н	Контроль
60 лет	0-10	6,10	5,70	5,20	5,20	4,90
	10-20	5,45	5,42	4,80	4,75	4,70
	20-30	5,10	5,40	4,80	4,60	4,52
	30-40	3,90	5,10	4,35	4,20	3,90
	40-60	3,80	4,54	4,30	4,10	3,84
120 лет	0-10	6,40	6,20	5,40	5,40	5,20
	10-20	6,10	5,70	5,20	5,10	4,80
	20-30	5,80	5,43	5,10	5,10	4,68
	30-40	5,40	5,20	5,40	5,40	4,20
	40-60	5,10	4,70	5,20	5,10	3,80

На расстоянии 2Н содержание гумуса в пахотном горизонте в среднем на 0,6 % больше контрольного значения, а на расстоянии 4 Н – больше в среднем на 0,1 %. Различия в уровне плодородия почвы обусловлены не только увеличением объёмов поступления органики в почву, но и почвозащитной ролью лесного насаждения [4, 5].

Установлено, что полезащитные лесные полосы положительно влияют на урожайность яровой пшеницы, повышая её в среднем соответственно на 1,8 ц/га в зоне влияния 60-летней лесополосы и на 15,5 ц/га в зоне влияния 120-летней лесной полосы по сравнению с контрольным участком (таблица 3). При этом действие лесного насаждения наблюдалось на значительном удалении от насаждения. Так, урожайность яровой пшеницы на расстоянии 4Н от насаждения составляла 24,8 ц/га в зоне влияния 60-летней лесополосы, что на 4,4 ц/га больше контрольного показателя; в зоне влияния 120-летней лесной полосы – 39,4 ц/га, что на 7,1 ц/га больше контрольного показателя.

Таблица 3 – Урожайность яровой пшеницы в зоне влияния лесополосы, ц/га

Возраст л. п.	1Н	2Н	4Н	Контроль	Среднее
60 лет	28,0	25,8	24,8	24,4	25,25
120 лет	61,2	57,2	46,5	39,4	48,5

В ходе исследования выявлено, что наибольшая урожайность культуры отмечается на расстоянии 1Н и 2Н от лесополосы. При удалении от лесного насаждения урожайность несколько снижается. Наиболее сильное действие отказывает 120-летняя лесная полоса. Средний урожай в зоне действия лесной полосы на 33,2 ц/га выше контроля. Возраст лесной полосы также оказал влияние на продуктивность.

Выводы.

1. Полезащитные лесные полосы позволяют по сравнению с открытым участком поля снижать плотность сложения почвы на 4,8 % у 120-летней лесополосы и у 60-летней лесополосы – на 4,6 %.

2. Плотность твердой фазы 60-летней лесной полосы на 1,6 %, а в 120-летней лесополосе на 4,2% меньше, чем на контрольном участке. При этом пористость почвы и содержание гумуса возрастает на 28,7 и на 0,7 в зоне действия 120-летней лесной полосы и на 11 % и 1,3% 60-летней лесополосы соответственно.

3. Лесополосы повышают урожайность яровой пшеницы, размещённой в зоне их влияния, в среднем на 7,1 ц/га для 120-летней лесополосы и 1,8 ц/га – для 60-летней лесополосы. Наиболее сильное воздействие отмечено в зоне 1Н от лесной полосы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вельмовский П. В. Ландшафтные критерии степной мелиорации / П. В. Вельмовский, С. В. Левыкин, И. Г. Яковлев и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 016. – № 1 (57). – С. 10–12

2. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н. А. Качинский. – М. : Изд-во академии наук СССР, 1958. – 192 с.
3. Косолапов В. М. Управление агроландшафтами для повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных земель России / В. М. Косолапов // Доклады РАСХН. – 2010. – № 2. – С. 32–35.
4. Медведев И. Ф. Агроэкологические основы повышения плодородия склоновых черноземных почв Поволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук / И.Ф. Медведев. – Саратов, 2001. – 384 с.
5. Несват А. П. Современное состояние и перспективы развития защитного лесоразведения / А. П. Несват, А. В. Родимцева, Н. В. Бабенышева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2 (30). – С. 15–17.
6. Тимерьянов А. Ш. Лесная мелиорация / А. Ш. Тимерьянов. – СПб.: «Лань», 2014. – 158 с.

УДК 631.9

РОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В АГРОЛАНДШАФТАХ НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Буждакова Полина Владимировна, Южный федеральный университет, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, *Polinabuzdakova@gmail.com*

Барсукова Екатерина Алексеевна, Южный федеральный университет, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, *Ekaterina5.95@mail.ru*

Лесополосы оказывают комплексное влияние на плодородие почвы. Согласно оценкам экспертов, за последние 20 лет площадь лесонасаждений сократилась в Ростовской области на 20 тыс. га. Приводятся сравнительные данные современного состояния лесополос с архивными данными за 1980-1990 гг.

Ключевые слова: лесополосы, зелёные насаждения, Заветинский район, Ростовская область, опустынивание, мониторинг.

THE ROLE OF WOODLAND BELT IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE ROSTOV REGION

Buzdakova P. V., Barsukova E. A.

Forest belts have a complex effect on soil fertility. According to experts, in the last 20 years the area of forest plantations has decreased in the Rostov region by 20 thousand hectares. Comparative data of the current state of forest belts with archival data for 1980-1990 are given.

Keywords: Forest belts, green spaces, Zavetinskiy district, Rostov region, desertification monitoring.

Лесополосы являются важными лесными насаждениями, потому что они оказывают комплексное влияние на состояние почвенного покрова, например, предотвращают опустынивание, водную и ветровую эрозии, улучшают гидрологический режим территории и микроклимат почвы, регулируют мощность и равномерность снежного покрова. За последние 20 лет, согласно оценкам экспертов, площадь защитных лесных насаждений в Ростовской области сократилась на 20 тысяч гектаров. Неблагоприятная ситуация усугубляется тем, что возраст лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения составляет 40–50 лет, а это означает, что эти лесные насаждения подошли к пределу своего производственного ресурса и в скором времени может начаться их массовая естественная гибель [1]. Наиболее актуальная роль лесополос, которая направлена на предотвращение глобальной экологической проблемы современности, – это снижение процессов опустынивания. В Ростовской области процессы опустынивания встречаются в восточной части области, а именно: в Дубовском, Зимовниковском, Орловском и Ремонтненском районах.

Перед нами стояла задача провести оценку состояния лесополос Заветинского района Ростовской области на основе данных дистанционного зондирования Земли из открытых источников и сравнить их с архивными данными (ЮЖНИИГИПРОЗЕМ) за период 80–90-х годов. Наличие архивных материалов ЮЖНИИГИПРОЗЕМА позволяет проводить мониторинговые исследования с использованием их в качестве точки отсчета для сравнения с существующим в настоящее время состоянием почв и лесных насаждений. Именно такой подход реализован в рекомендациях [2] и получил достаточно широкое распространение в нашей стране.

В совхозе «Родина» Заветинского района Ростовской области, на примере которого оценивали изменение форм и площадей зеленых насаждений, площадь лесополос за 36 лет (с 1979 г.) сократилась с 626 до 571 га, уменьшение площади составило 9 %. Скорость уменьшения площади лесополос в хозяйстве составляла 1,528 га в год. В совхозе «Заветинский» одноименного района Ростовской области площадь лесополос за 41 год уменьшилась на 59 га, с 241 до 182 га, уменьшение площади составляет 24,5 %. Скорость уменьшения площади лесополос в хозяйстве составляла 1,4 га в год. Наибольшее изменение площадей наблюдается в хозяйстве «Киселевский» Заветинского района Ростовской области, оно составило 123 га за 27 лет, то есть уменьшилось на 75,5 %. Скорость уменьшения лесополос в год равна 4,5 га. Сокращение площадей, занятых лесополосами в рассмотренных хозяйствах, можно отнести к естественным причинам, таким как возраст деревьев, засушливый климат, но в особенности повлиял на этот показатель начальный уровень плодородия почв. Высокий процент почв с низким уровнем плодородия, обусловленным наличием солонцов в почвенном покрове и его эродированностью, становится дополнительным фактором, способствующим гибели лесных полос.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглова О. С. Опыт диагностики процессов опустынивания с использованием данных дистанционного зондирования состояния лесных полос в ростовской области / О. С. Безуглова, О. М. Голозубов, Ю. А. Литвинов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4.
2. Снакин В. В. Система оценки степени деградации почв / В. В. Снакин, П. П. Кречетов, Т. А. Кузовникова и др. – Пушино : Пушин. НЦ РАН, ВНИИприрода, 1992.

УДК 631.42: 630.91

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПРИ ВЫРУБКЕ ЛЕСА, ПЛОЩАДКА «ТАРМА», БРАТСКИЙ РАЙОН

Лопатовская Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», *Россия*, lopatovs@gmail.com

Максимова Евгения Николаевна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», *Россия*, evgen_max@list.ru

Попов Виктор Васильевич, кандидат биологических наук, директор института природопользования и сохранения биоразнообразия ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», *Россия*, vpopov2010@yandex.ru

Соловьева Ксения Сергеевна, студентка 3 курса, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», *Россия*, lopatovs@gmail.com

Сплошные рубки меняют лесорастительные свойства почв. Происходит обогащение верхнего горизонта почвы доступными формами элементов минерального питания растений, снижается кислотность почвы, возрастает доля травянистых растений, увеличивается видовой состав, повышается продуктивность травяного яруса, наблюдаются эрозийные процессы.

Ключевые слова: лесорастительные свойства почвы, вырубки, физические и химические свойства почвы.

FOREST-PROPER PROPERTIES OF SOILS ON THE «TARMA» FOREST FARMING SQUARE FOR THE BRICK DISTRICT

Lopatovskaya O. G., Maksimova E. N., Popov V. V., Solovyeva K. S.

With continuous logging, certain conditions are created for soils and plants: enrichment of the upper soil horizon with accessible forms of elements of mineral nutrition of plants, soil acidity decreases, the proportion of herbaceous plants increases, species composition increases, the productivity of the grassy layer increases, erosion processes appear.

Key words: forest properties, soil, cuttings, physical and chemical properties

При сплошных рубках создаются определенные условия для почв и растений: происходит обогащение верхнего горизонта почвы доступными формами элементов минерального питания, снижается кислотность почвы, возрастает доля травянистых растений, увеличивается видовой состав, наблюдаются эрозионные процессы [4, 5, 6].

Для выявления генезиса и развития почвенного покрова, описания типов леса, предварительной оценки потенциальных лесорастительных возможностей территории, условий лесовозобновления и лесовосстановления, выявления физических и химических свойств почв в полевых условиях проводился отбор почвенных образцов на 5 площадках (контроль и 4 площадки – вырубки 1996, 2007, 2010 и 2016 гг.), по общепринятым в почвоведении методам [3, 7].

Согласно таксационному описанию, насаждения контрольной площадки представлены 5Б4ОС1С, высота 16–21 м, полнота 7, возраст около 80 лет, подрост С2К4П и на 3-м выделе насаждения 6С2Л2Б, возраст 110 лет, высота 19–2 м, полнота 6. Подрост 4 6С4Б (25), высота 3 м, подлесок густой. Вырубка 1996 г. – смешанный лес с отдельными старыми деревьями. Вырубки 2007, 2010 г. – это в основном молодой подрост берез и осин, проведена посадка саженцев сосны. На вырубке 2016 г. сохранились одиночные деревья и куртины сосны, лиственницы и березы, оставлена полоса леса шириной около 30 м.

Влияние растительности как ведущего фактора в почвообразовании исключительно велико. На территории распространения восстановительной серии моховых темнохвойных лесов чаще, где либо, наблюдается несоответствие строения и свойств почв характеру современного растительного покрова. В районе исследования лиственный опад темнохвойных и лиственничных древесных пород обладает меньшей зольностью по сравнению с многолетними рубками. Он предопределяет недоусредненность продуктов гумификации, их кислый характер, а при господстве нисходящего тока – образование аккумулятивно-иллювиальных гумусовых горизонтов (контроль). Под покровом травянистых лесов (вырубки 1996, 2007, 2010 гг.) образуются аккумулятивные гумусовые горизонты с менее кислой реакцией среды.

Согласно Классификации почв СССР (1977) почвы территории относятся к дерново-карбонатным, а по Классификации почв России (2004) – буроземам [1, 2]. Под гумусовым горизонтом залегает структурно-метаморфический горизонт ВМ бурых или охристых тонов окраски, сформированный за счет ожелезнения на месте. Гранулометрический состав слабо дифференцирован по профилю. Структура комковатая или ореховато-комковатая с вариабельностью структурных отдельностей. В строении почвенного профиля выделяются горизонты: АУ-ВМ-С. Почвы на карбонатно-силикатных породах имеют красновато-коричневую окраску, отличаются устойчивой структурой, противостоят скорому выпахиванию и истощению, обладают высоким плодородием. Почвы, развитые на карбонатных породах, имеют серую и темно-серую окраску гумусового горизонта и бурую, буровато-желтую нижележащих горизонтов. Богатство пород карбонатами, слабый вынос продуктов выветривания и почвообразования из-за малого количества осадков и позднего оттаивания сезонной мерзлоты препятствуют развитию подзолистого процесса. Все дерново-карбонатные почвы имеют в своем профиле углесолы, которые чаще распределяются диффузно в почвенной толще.

Реакция почвенного раствора слабокислая и близкая к нейтральной. Наиболее кислая реакция в контрольной точке, в результате воздействия «кислого» опада хвойных пород де-

ревьев. Содержание легкорастворимых веществ невысокое. Почвы вырубок не имеют ни засоления, ни содержания других растворимых в воде веществ.

В контроле наибольшая влажность сохраняется в верхних горизонтах до иллювиального горизонта включительно и затем снова увеличивается. Растительность способствует сохранению влаги, препятствует испарению воды с поверхности почвы. Высокая влажность отмечена в почвах площадки вырубки 2016 г. Это связано с выносом на дневную поверхность внутрипочвенных глинистых горизонтов. На месте редколесья (вырубки 1996, 2007 и 2010 гг.), влажность почв значительно ниже.

В почвах вырубок 2007, 2010 гг. содержание гумуса минимальное, состав – фульватно-гуматный. Наибольшее содержание гумуса отмечено в контроле – (от 0,1 до 11 %). В почвах вырубок 1996, 2016 гг. за счет формирования дернового горизонта отмечено повышение содержания органического вещества.

В процессе вырубки леса происходит переворачивание верхних гумусовых горизонтов, на поверхность выходят внутрипочвенные, отличающиеся от контроля по гранулометрическому составу. Почвы от легкосуглинистых до глинистых. Преобладают иловатая и крупнопылеватая фракции, редко мелкопесчаная. Иногда отмечается опесчаненность поверхностного слоя – как проявление эрозионных процессов. Характерно накопление железа и алюминия в иллювиальном горизонте и относительное обогащение кремнеземом гумусового и элювиального горизонтов.

По данным микроагрегатного анализа преобладают частицы размером 0,25–0,05 мм. Верхний горизонт характеризуется благоприятным соотношением между глыбистой, комковатой и распыленной частями в сухом состоянии. Глыбистость и пылеватость незначительны. Структура верхних горизонтов почв комковато-порошистая, пыли на поверхности почвы очень мало, но иногда давность освоения и эрозия могут привести к увеличению содержания пыли в пахотном слое. Порозность в почвах достаточно высокая, но по профилю она сильно изменяется в сторону уменьшения. Разрыхление гумусового горизонта объясняется высоким содержанием органического вещества. Вниз по профилю почва уплотняется.

На контрольном участке влагоемкость в гумусовом горизонте ниже, чем в горизонте иллювиальном, так как верхние горизонты более рыхлые, а внутрипочвенные содержат больше глинистых частиц и по грансоставу являются средне- и тяжелосуглинистыми. Наиболее ценная структура почв в контроле. В других точках почва средне структурирована. В процессе рубок зарастание идет медленно, так как на поверхность выносятся неплодородный горизонт, обогащенный глинистыми частицами с низким содержанием гумуса.

Таким образом, в антропогенно-преобразованных почвах вырубок по сравнению с контролем происходят значительные изменения свойств и характеристик верхних горизонтов почв: подщелачивание, уменьшение содержания органического вещества, снижение влажности и др. Почвы вырубок без почвенно-растительного покрова подвержены эрозионным процессам: дефляции, линейной эрозии (образование оврагов), плоскостному смыву. Поэтому целесообразны мероприятия по лесовосстановлению.

Работа выполнена при финансовой поддержке филиала ОАО "Группа "Илим" в Братском районе"

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров В. В. Классификация и диагностика почв СССР / В. В. Егоров и [др.]. – М. : Колос, 1977. – 221 с.
2. Классификация почв России / Л. Л. Шишов и [др.]. – Смоленск, 2004. – 342 с.
3. Основной стандарт ОСТ 56-81-84. "Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам" (<http://www.gosthelp.ru/text/OST568184Polevyeissledova.html>).
4. Поляков А. И. Влияние вырубки леса на биологические свойства горных почв Западного Кавказа: автореф. дисс... канд. биол. наук. / А. И. Поляков. – Ростов-на-Дону, 2011. – 24 с.

5. Ремезов Н. П. Лесное почвоведение / Н. П. Ремезов, П. С. Погребняк. – М. : Лесная промышленность, 1965. – 324 с.
6. Работнов Т. А. Фитоценология : учеб. пособие для вузов / Т. А. Работнов. М.: Изд-во МГУ, 1983. – 296 с.
7. Самофалова И. А. Полевая учебная практика по географии почв с основами картографии: учеб. пособие / И. А. Самофалова, В. П. Дьяков, М-во с.-х. РФ, ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». – Пермь : Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2010. – 111 с.

УДК 631.4

РОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ИЗМЕНЕНИИ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ПОЛОГОМ НАСАЖДЕНИЯ

Бабошко Оксана Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ, *Россия, г. Новочеркасск*.

В статье представлены результаты исследования физических и химических свойств чернозёма обыкновенного под влиянием робиниевых лесных полос разного породного состава. Исследования проведены на территории Октябрьского сельского района Ростовской области.

Ключевые слова: лесные полосы, робиния лжеакация, чернозём обыкновенный, физические свойства, гумус.

THE ROLE OF SHELTERBELTS IN THE CHANGE OF SOIL PROPERTIES UNDER THE CANOPY STANDS

Baboshko O. I.

The article presents the results of research of physical and chemical properties of ordinary Chernozem under the influence of Rabinovich forest belts of different species composition. Studies were conducted on the territory of Oktyabrsky rural district of Rostov region.

Keywords: forest belts, Robinia leachate, ordinary Chernozem, physical properties, humus.

Лесные полосы имеют большое агролесомелиоративное значение, которое проявляется в оптимизации водного режима почв, влиянии на их состав и свойства. На территории Ростовской области большое распространение получили лесные полосы с участием робинии лжеакации, как чистые, так и смешанные по породному составу. Из смешанных насаждений наибольшую долю занимают робиниево-ясеновые (55,3 %) и робиниево-вязовые (31,8 %) лесные полосы [1]. Робиния лжеакация относится к почвоулучшающим древесным породам, однако влияние её на почву при произрастании с другими древесными породами требует уточнения.

Целью работы было изучить влияние робиниевых лесных полос разного породного состава на физико-химические свойства почв под их пологом. Объектами исследования служили 35–40-летние лесные полосы плотной конструкции на территории Октябрьского сельского административного района. Насаждения произрастали на обыкновенных тяжелосуглинистых суховатых чернозёмах.

В ходе работы исследовались плотность почвы, плотность твёрдой фазы, пористость, содержание и фракционный состав гумуса чернозёма обыкновенного под пологом лесных полос. Плотность скелета почвы определяли по методу Качинского [4]. Плотность твёрдой фазы почвы изучали пикнометрическим, а влажность почвы – термостатно-весовым методом. В эколого-аналитической лаборатории ФГНУ РосНИИПМ определялся фракционный состав гумуса по методу Никитина. Отбор образцов для анализа производился из слоёв 0...10; 11...20; 21...30 см под пологом насаждений разного породного состава. Контролем служил безлесный участок (залежь). Данные исследования физических свойств почв представлены в таблице 1.

Согласно полученным данным, более благоприятные почвенные условия отмечены на участке под лесонасаждениями из робинии лжеакакии с подлеском из жимолости татарской и чистым по составу робиниевым древостоем. В слое 0...10 см здесь отмечены самые низкие показатели плотности почвы (0,81...0,84 г/см³) и самая высокая пористость (65,0...65,7 %). Коэффициент пористости самый высокий, соответственно 1,86 и 1,92. Чем выше показатель коэффициента пористости, тем больше данная почва населена элементами био- и зооценозов [3].

Таблица 1 – Влияние робиниевых лесных полос на физические свойства чернозёма обыкновенного под их пологом

Состав, возраст, лет	Глубина взятия образца, см	Плотность почвы, г/см ³	Плотность твёрдой фазы почвы, г/см ³	Пористость почвы, %	Коэффициент пористости, Q
10 Рл / 35	0–10	0,84	2,45	65,7	1,92
	11–20	0,85	2,45	65,3	1,88
	21–30	0,86	2,47	65,2	1,87
	31–40	0,89	2,5	64,4	1,81
	41–50	0,9	2,5	64	1,78
5Рл5Вм / 35	0–10	1,0	2,42	58,7	1,42
	11–20	1,04	2,43	57,2	1,34
	21–30	1,09	2,48	56,3	1,29
	31–40	1,15	2,63	56,1	1,28
	41–50	1,2	2,64	54,5	1,2
5Рл5Яз / 40	0–10	0,91	2,42	62,4	1,66
	11–20	0,94	2,5	63,2	1,72
	21–30	0,98	2,52	61,1	1,57
	31–40	1,05	2,62	58,6	1,43
	41–50	1,1	2,65	57,0	1,27
10 Рл в подлеске жимолости татарской / 40	0–10	0,81	2,4	65,0	1,86
	11–20	0,82	2,41	64,4	1,81
	21–30	0,82	2,44	64,2	1,79
	31–40	0,84	2,45	62,4	1,66
	41–50	0,86	2,48	59,6	1,48
Безлесный участок (за-лежь)	0–10	1,2	2,64	54,6	1,2
	11–20	1,22	2,65	54,0	1,17
	21–30	1,27	2,75	53,9	1,16
	31–40	1,28	2,72	53,0	1,13
	41–50	1,3	2,75	52,7	1,11

Слабое влияние на физические свойства почвы оказывает робиниево-вязовое насаждение. Здесь в слое 0...10 см, отмечена наибольшая плотность почвы 1,0 г/см³ и минимальная пористость 58,7 %, коэффициент пористости составил 1,42.

Под пологом робиниево-ясеневое насаждения в слое 0...10 см плотность почвы равна 0,91 г/см³, плотность твёрдой фазы составляет 2,42 г/см³, а коэффициент пористости – 1,66. С увеличением глубины, в слое 41...50 см, на всех исследуемых участках плотность почвы возрастает, а её пористость уменьшается.

Приведённые показатели значительно отличаются от данных на контроле, где плотность почвы в слое 0...10 см составила 1,2 г/см³, пористость почвы 54,6 %, коэффициент пористости 1,2. На глубине 41...50 см плотность почвы 1,3 г/см³, плотность твёрдой фазы 2,75 г/см³, а коэффициент пористости равен 1,11.

На содержание гумуса под пологом насаждения оказывает влияние состав опада и мощность лесной подстилки. Мощность лесной подстилки с опадом под исследуемым робиниево-ясеневым насаждением составила 2,8 см, под робиниево-вязовым – 2,6 см и под робиниевым насаждением с подлеском из жимолости татарской – 2,3 см. Результаты исследования фракционного состава гумуса представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание гумуса и его фракционный состав под пологом робиниевых лесных полос

Состав лесной полосы	Гумус по Никитину, %	С гуминовый	С фульвокислотный	Отношение С гуминового к С фульвокислотному
5Рл5Вм	5,16	22,74	16,39	1,39
5Рл5Яз	6,55	23,68	12,37	1,92
10Рл в подлеске жимолость татарская	6,38	20,0	16,22	1,23
Контроль – безлесный участок (залежь)	3,83	26,58	8,11	3,28

Данные таблицы 2 показывают, что под пологом лесных полос количество гумуса выше, чем на безлесном участке примерно на 30 %. Согласно показателям гумусового состояния [2] наибольшее содержание гумуса (6,55 %) наблюдается под робиниево-ясеневым насаждением и под робиниевым насаждением с подлеском из жимолости татарской (6,38 %). Среднее значение (5,16 %) имеет робиниево-вязовая лесная полоса. Низкое содержание гумуса (3,83 %) характерно для залежи. Повышенное содержание гумуса под пологом насаждения можно объяснить влиянием детрита. Основными продуктами гумификации, которые формируют свойства почв, являются гуминовые и фульвокислоты. По данным С. В. Зонн [3], почвы, где преобладают фульвокислоты, имеют кислую реакцию, что негативно влияет на их плодородие. Гуминовые кислоты содержат много зольных элементов, которые при минерализации гумуса переходят в легкодоступную для деревьев форму. Согласно данным А. А. Гришиной и Д. С. Орлова [2], тип гумуса под исследуемыми лесными полосами характеризуется как фульватно-гуматный ($C_{гк}:C_{фк}$ от 1,0 до 2,0).

Таким образом, породный состав лесных полос оказывает непосредственное влияние на свойства почв (плотность, плотность твёрдой фазы, пористость, содержание гумуса) под их пологом. Наилучшие показатели физических свойств отмечены под насаждениями из робинии лжеакация с подлеском из жимолости татарской и чистым по породному составу робиниевым древостоем. Слабое влияние на физические свойства почвы оказывает робиниево-вязовое насаждение. Наибольшее содержание гумуса отмечено под робиниево-ясеневым насаждением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабошко О. И. Возрастная структура робиниевых защитных насаждений на агроландшафтах Ростовской области / О. И. Бабошко // Проблемы природоохранной организации ландшафтов: матер. междунар. науч.-практ. конф. Новочерк. гос. мелиор. акад. – Новочеркасск, 2013. – Ч. 1. – С. 46–49.
2. Гришина А. А. Система показателей гумусного состояния почв / А. А. Гришина, Д. С. Орлов // Проблемы почвоведения. – М., 1978. – С. 42–47.
3. Зонн С. В. Влияние леса на почвы / С. В. Зонн. – М. : Изд-во АН СССР, 1954. – С. 147–152.
4. Практикум по почвоведению / Под ред. И. С. Кауричева. 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 92–147.

СОЗДАНИЕ ЛЕСОСЫРЬЕВЫХ ПЛАНТАЦИЙ НА ЗЕМЛЯХ, ВЫШЕДШИХ ИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Багаев Евгений Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе Филиала ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» «Центрально-европейская лесная опытная станция», *Россия, г. Кострома, ce-los-lh@mail.ru.*

Одним из путей рекультивации неиспользуемых сельскохозяйственных земель России является создание плантационных лесных культур быстрорастущих пород, в частности осины. В Костромской области для этой цели целесообразно использовать уникальные по продуктивности триплоидные формы осины, произрастающие в государственном природном заказнике – генетическом резервате «Исполинские осины» в Шарьинском районе. Триплоидные клоны отличаются быстрым ростом, высоким качеством древесины и устойчивостью к стволовой гнили.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, плантационные лесные культуры, осина, триплоидные формы, производительность.

DIE VESTIGING VAN BOS PLANTASIES OP GROND BUITE LANDBOU GEBRUIK

Bagaev E. S.

Een van die maniere van herwinning van ongebruikte landbougrond in Rusland is skep 'n suikerplantasie bos plant vinnig-groeiende spesies, soos Aspen. In die Kostroma streek vir hierdie doel, is dit raadsaam om te gebruik unieke produktiwiteit vorm triploidnye Aspen groeiende openbare stepnoi-genetiese reserwe «reuse Aspen in Sharinskom bos gebied. Triploidnye klone verskil in vinnige groei, hoë kwaliteit hout en weerstand teen gnilevym siektes.

Keywords: landbougrond, suikerplantasie bos, Aspen, triploidnye vorms, prestasie.

Одной из главных задач агропромышленного комплекса Костромской области, находящейся в нечерноземной зоне России, является более полное вовлечение в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения. За 20 лет было выведено из эксплуатации более 250 тыс. га сельскохозяйственных угодий, которые зарастают древесно-кустарниковой растительностью со значительным участием малоценных пород – березы и осины [3].

Рекультивация неиспользуемых сельскохозяйственных земель является актуальной и экономически целесообразной: вместо низкопродуктивного самосева древесных и кустарниковых пород на этих землях могут быть выращены высокопродуктивные леса, созданы плантационные лесные культуры быстрорастущих пород. Это важно в условиях истощения лесосырьевой базы перерабатывающих производств, дефицита в высококачественной древесине.

Опыт высокоразвитых стран (Финляндия, Швеция, Канада, Китай, США и др.) свидетельствует о высокой эффективности ускоренного выращивания древесины для перерабатывающей промышленности и топливно-энергетических целей на целевых плантациях с коротким циклом ротации, закладываемых на неиспользуемых сельскохозяйственных землях с достаточно плодородными почвами. Лесосырьевые плантации обеспечивают до 17 % мирового потребления древесины [5]. Важные преимущества плантационного лесовыращивания – ускоренное получение целевой древесины (в 1,5–3 раза быстрее, чем традиционным способом) и возможность закладки плантаций в непосредственной близости от предприятий, благодаря чему снижаются транспортные издержки по доставке древесного сырья производителям. Для поддержания естественного биоразнообразия рекомендуется создавать многоцелевые лесные плантации [2].

В России для создания лесосырьевой базы деревоперерабатывающего и целлюлозно-бумажного производства перспективна организация промышленного производства целевой древесины на лесных плантациях быстрорастущих древесных пород (некоторые виды тополей, лиственниц, триплоидной осины), закладываемых в непосредственной близости от мест переработки древесины. Для плантационного лесовыращивания также целесообразно ис-

пользовать заброшенные земли сельскохозяйственного назначения, площадь которых составляет около 40 млн га. [5]. Использование этих земель позволит существенно сократить затраты на подготовку площади и обработку почвы.

Одной из перспективных древесных пород – продуцентов сырья и биотоплива для плантационного выращивания в таежной зоне – является осина (*Populus tremula* L.) – лучший и наиболее распространенный вид быстрорастущего тополя, используемого в разных отраслях промышленности. Однако широкому применению осины препятствует ее подверженность стволовой гнили, вызываемой ложным осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae* (Bond) Bond et B.). Таких осинников в Костромской области – более 70 %, а средний выход деловой древесины не превышает 30 % [1].

Культуры осины плантационного типа целесообразно создавать с использованием высокопродуктивных форм осины. В Костромской области имеются уникальные по продуктивности триплоидные формы осины (*Populus tremula gigas*), впервые в нашей стране отобранные в 1938 г. в Шарьинском районе академиком ВАСХНИЛ А. С. Яблоковым. На базе их создан генетический резерват исполинской осины на площади 119 га и государственный природный заказник «Исполинские осины».

Триплоидные клоны № 27, 30, 35 имеют тройной набор хромосом, отличаются быстрым ростом, высоким качеством древесины и устойчивостью к стволовой гнили. В резервате преобладают мужские серокорые крупнолистные формы осины с сильно развитыми кронами. Триплоидная осина отличается хорошей очищаемостью от сучьев, плотной древесиной. Отмечена способность их давать два прироста за вегетативный период.

Триплоидный клон № 27 уже к 25 годам имел запас древесины 340 м³, что в два раза превышало запас обычной осины [1]. Триплоидные клоны и в перестойном возрасте 73 года имеют высокую продуктивность: 1а класс бонитета, запас – до 600 м³/га и выше. Исполинские клоны № 27 и 30 имеют показатели выше обычного контрольного: по сумме площадей сечений – соответственно на 36 и 23 %; по запасу древесины – на 46 и 28 %. Исполинский клон № 35 в возрасте 36 лет имел показатели выше обычного: по сумме площадей сечений – на 12 %, по запасу древесины – на 15 %.

До 50 лет зараженность исполинской осины стволовой гнилью не превышала 10 % по количеству деревьев, тогда как обычная осина в этом возрасте поражена практически на 100 %. Даже в 73 года около половины деревьев не имеют гнили.

На базе генрезервата может быть реализовано плантационное выращивание быстрорастущей осины с коротким циклом ротации и использованием современных методов биотехнологии. Лесокультурное освоение здоровой быстрорастущей осины позволит в короткие сроки организовать промышленное производство ценной древесины в непосредственной близости от предприятий по ее переработке. Триплоидная осина может стать одной из самых ширококультивируемых древесных пород на «дендрополях-плантациях» с короткими оборотами рубки.

Экспериментальные плантации триплоидной осины закладываются в ряде регионов России. В возрасте 30 лет запас быстрорастущей осины на плантациях достигает 400 м³/га. В 2017 г. заложена первая лесосырьевая плантация триплоидной осины (клон № 35) площадью 3 га в Шарьинском районе Костромской области, в зоне деятельности ООО «Кроностар» – крупнейшего производителя древесных плит в России.

Ускоренное получение элитного посадочного материала триплоидной осины возможно с применением метода клонального микроразмножения. С 2014 г. в лаборатории биотехнологии Центральноевропейской ЛОС проводятся исследования, направленные на усовершенствование технологии клонального микроразмножения триплоидной осины с применением различных роторегулирующих веществ [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Корякин В. А. Исследование характера возобновления леса на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования / В. А. Корякин // Сборник научных статей, посв. 50-летию Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ. – Кострома : ВНИИЛМ, 2006. – С 104–108.
2. Паничев Г. П. Плантационное выращивание лесных ресурсов / Г. П. Паничев // Вестник МГУЛ. – Лесной вестник. Сер.: Экономика. – 2014. – № 3. – С. 43–46.

3. Дзык М. И. Проблематика развития промышленных лесосырьевых плантаций в России / М. И. Дзык // Повышение эффективности использования и воспроизводства природных ресурсов: сб. материалов науч.-практ. конф. (Великий Новгород, 24–25 ноября 2016 г.). - Великий Новгород : Изд-во НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2016. – С. 40–43.
4. Багаев Е. С. Ведение хозяйства в осиновых лесах Костромской области : моногр. / Е. С. Багаев, Н. В. Рыжова, В. В. Шутов. – Кострома : КГТУ, 2014. – 138 с.
5. Макаров С. С. Изучение влияния росторегулирующих веществ различной природы при клональном микроразмножении осины [Электронный ресурс] / С. С. Макаров, А. А. Панкратова // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2016. – № 3. – С. 138–143. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

УДК 630*561.3:631*438

ЦИКЛИЧНОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДРЕВЕСИНЫ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

Белов Артём Анатольевич, кандидат биологических наук, ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», *Россия, Московская обл., г. Пушкино, belov@roslesrad.ru*

Изложена методика определения периода ритмических изменений радиального прироста древесины, разработанная в ходе изучения динамики хода роста сосновых насаждений, загрязненных радионуклидами вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Приведены примеры расчета циклов колебаний прироста для двух древостоев.

Ключевые слова: дендрохронология, метод анализа, цикличность прироста древесины, сосна обыкновенная, факторный анализ, нагрузки факторов цикличности.

CYCLICITY OF THE TREE GROWTH IN THE PINE FORESTS CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES

Belov A. A.

The technique for determining the period of the rhythmic fluctuations of the radial wood growth developed during the investigations of course growth dynamics of the Scotch pine stands contaminated with the radionuclide as a result of the Chernobyl accident is stated. The examples of calculations of cycles of the growth fluctuations for two pine stands are given.

Keywords: dendrochronology, technique of analysis, cyclicity of forest tree growth, Scotch pine, factor analysis, load factors of cyclicity.

Разработка новых и совершенствование существующих методов анализа краткосрочных и среднесрочных циклических колебаний ширины годичных колец древесины является насущной задачей дендрохронологии.

При разработке усовершенствованной методики количественного анализа циклических колебаний радиального прироста нами использованы материалы исследований 2015 г. в 80-летних сосняках-черничниках Клиновского лесничества Брянской области, загрязненных радионуклидами вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. В ходе полевых работ проводили сплошной таксационный пересчет и оценку состояния деревьев на постоянных пробных площадях по стандартной 6-балльной шкале [3]. В насаждении с плотностью загрязнения почвы около 150 Ки/км² были выделены две выборки деревьев по 15 экземпляров, в первую из которых вошли деревья сосны в категории состояния «без ослабления», а во вторую – в категории «ослабленные». Отбор, обработку кернов и датировку годичных колец древесины за последние 40 лет осуществляли общепринятыми методами [1].

Разработка методики выявления циклических колебаний радиального прироста проведена с использованием принципов математического описания случайных процессов, реализованных в форме статистической обработки результатов измерений годичных колец мето-

дом факторного анализа [2] после разделения дендрохронологического ряда на фрагменты (11-летние малые выборки) способом «скользящего сглаживания средних величин».

В использованном нами методе анализа статистическая обработка совокупности последовательных малых выборок включает не только расчет средних арифметических значений малых выборок, но и показателей их взаимной сопряженности способом корреляционного анализа. Получаемая в процессе этого анализа корреляционная матрица служит основой для проведения факторного анализа, результаты которого в конечном итоге позволяют получить объективные количественные показатели цикличности роста деревьев.

Методика расчета параметров цикличности радиального прироста методом факторного анализа включает следующую последовательность действий.

Фактической основой анализа служат древесно-кольцевые хронологии, включающие измерения радиального прироста за три или более циклов (таблица 1). Если предполагаемые колебания прироста связаны с циклом Швабе – Вольфа, анализируемый период должен составлять не менее 33 лет.

Древесно-кольцевая хронология разбивается описанным выше способом «скользящего сглаживания» на малые выборки, содержащие оценки текущего радиального прироста за период, соответствующий продолжительности цикла. При предполагаемом 11-летнем цикле 33-летняя хронология позволяет получить 23 малых выборки, 40-летняя хронология – 30 малых выборок и т. д.

С помощью корреляционного анализа рассчитываются показатели сопряженности малых выборок по схеме «каждая выборка коррелирует с каждой» и составляется стандартная корреляционная матрица, факторный анализ которой позволяет рассчитать значения так называемых факторных нагрузок цикличности (FLC – factor loading of cyclicity). Процедура составления корреляционной матрицы и ее последующего анализа весьма трудоемка, поэтому рекомендуется проводить ее с использованием пакета компьютерных вариационно-статистических программ.

Таблица 1 – Динамика текущего радиального прироста* деревьев сосны в двух древостоях в возрастном диапазоне от 41 до 80 лет. Красногорское уч. лесн-во Клиновского лесн-ва, кв. 23. Объемы выборок – по 15 деревьев.

Возраст деревьев, лет	Средний годичный прирост (Z_{pi}), мм		Возраст дере- вьев, лет	Средний годичный прирост (Z_{pi}), мм	
	Выборка 1	Выборка 2		Выборка 1	Выборка 2
41	1,163	0,500	61	1,075	0,550
42	0,925	0,450	62	0,975	0,600
43	1,063	0,425	63	0,875	0,400
44	1,125	0,650	64	0,775	0,350
45	0,850	0,650	65	0,850	0,550
46	0,963	0,600	66	0,800	0,400
47	0,975	0,700	67	0,913	0,450
48	0,750	0,500	68	0,938	0,600
49	0,850	0,450	69	0,675	0,500
50	1,025	0,500	70	0,775	0,450
51	0,925	0,500	71	0,750	0,400
52	1,100	0,400	72	0,663	0,550
53	0,950	0,450	73	0,500	0,400
54	0,775	0,650	74	0,625	0,350
55	0,838	0,450	75	0,650	0,425
56	0,725	0,400	76	0,713	0,400
57	0,800	0,450	77	0,500	0,350
58	0,775	0,575	78	0,850	0,400
59	0,875	0,450	79	0,950	0,500
60	1,213	0,500	80	0,550	0,350

* Приведены данные измерений весеннего (раннего) прироста

Завершающим этапом методики является определение наличия или отсутствия циклических изменений прироста по годам и продолжительности циклов с учетом количества лет,

разделяющих максимальные или минимальные значения параметра FLC (при наличии его ритмических колебаний).

Из данных таблицы 1, в которой приведены древесно-кольцевые хронологии для двух выборок деревьев сосны, видно, что основной особенностью динамики являются колебательные изменения прироста на фоне последовательного его уменьшения по мере увеличения возраста.

Результаты статистической обработки исходных данных путем разработки корреляционной матрицы и последующего ее факторного анализа показывают, что колебания прироста по годам содержат волновую компоненту, параметры которой в двух древостоях существенно различаются. Судя по данным таблицы 2, древесно-кольцевая хронология для первой выборки включает три, а для второй – восемь полных циклов колебаний прироста по годам.

Таблица 2 – Факторные нагрузки цикличности радиального прироста деревьев сосны в двух древостоях. Красногорское уч. лесн-во Клинецовского лесн-ва, кв. 23.

Фактор времени Ft*, лет	Факторные нагрузки, доли единицы (FLC _i)		Фактор времени Ft, лет	Факторные нагрузки, доли единицы (FLC _i)	
	Выборка 1	Выборка 2		Выборка 1	Выборка 2
41	0,590	0,180	56	-0,765	-0,709
42	0,478	-0,264	57	-0,281	0,091
43	0,532	0,187	58	0,201	0,617
44	0,221	0,310	59	0,528	-0,375
45	-0,390	-0,554	60	0,482	-0,507
46	-0,401	0,158	61	0,228	0,461
47	-0,359	0,682	62	0,055	0,396
48	-0,255	-0,187	63	-0,189	-0,743
49	0,383	-0,686	64	-0,070	0,165
50	0,685	0,599	65	0,317	0,672
51	0,730	0,388	66	0,556	-0,398
52	0,482	-0,702	67	0,527	-0,266
53	-0,161	-0,339	68	0,529	0,560
54	-0,566	0,587	69	0,515	0,422
55	-0,787	0,343	70	0,353	-0,762
* Количественная оценка фактора времени соответствует первому году в возрастном диапазоне 11-летних малых выборок					

Максимальные оценки факторной нагрузки цикличности для первой выборки деревьев соответствуют значениям фактора времени Ft, равным 43, 51, 59 и 66 годам. Следовательно, продолжительность двух первых циклов составляет по восемь, а третьего – семь лет. Верхние значения факторной нагрузки для второй выборки соответствуют 41, 44, 47, 50, 54, 58, 61, 65 и 68 отметкам фактора времени, что указывает на наличие трех- и четырехлетних циклов (соответственно пять и три цикла) колебаний прироста. Причина столь заметных различий в ритмике ростовых процессов сравниваемых древостоев требует отдельного рассмотрения и предварительно может быть связана с различиями в их физиологическом состоянии.

Результаты исследования показывают, что разработанная методика на основе фрагментации дендрохронологических рядов, построения корреляционных матриц для фрагментов хронологий и факторного анализа корреляционных матриц позволяет достоверно выявлять наличие и на основе объективных показателей количественно определять продолжительность циклов изменчивости радиального прироста деревьев. Методика может быть использована для целей мониторинга состояния и прогнозирования динамики роста лесов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Битвинскас Т. Т. Дендроклиматические исследования / Т. Т. Битвинскас. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 172 с.
2. Окунь Я. Факторный анализ / Я. Окунь. – М.: Статистика, 1974. – 200 с.
3. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. – М., 2006. – 20 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ЭРОЗИОННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Лях Тамара Георгиевна, доктор сельскохозяйственных наук, ассоц. профессор, Институт почвоведения, агрохимии и охраны почв "Н. Димо", Молдова, г. Кишинев, *tamaraleah09@gmail.com*

Дана характеристика распределения валового содержания, силикатных и свободных форм железа в почвах трех катен (пашня, залежь, виноградник). С увеличением степени эродированности содержание Fe увеличивается в иллювиальных горизонтах всех почв, а максимальное количество (более 3 %) имеют почвы залежи. Неэродированные и слабоэродированные почвы характеризуются преобладанием силикатного Fe над свободным, уменьшением его содержания с глубиной и нарастанием количества свободного железа. Делювиальные почвы характеризуются низким содержанием валового Fe по сравнению с почвами склона, в них преобладает свободная группа соединений Fe над силикатной группы.

Ключевые слова: железо, валовое содержание, силикатные и свободные формы, серые лесные почвы, профильное распределение, эродированность почв.

FEATURES OF DISTRIBUTION OF IRON CONTENT IN GRAY FOREST SOILS OF EROSION LANDSCAPES

Leah T. G.

The characteristics of the distribution of the iron total content, silicate and free forms in the soils of the three cathens (plowland, fallow, vineyard) are presented. With an increase in the erosion degree, the Fe content increases in the illuvial horizons of all soils, and the maximum amount (more than 3%) is found in the fallow soils. Non eroded and slightly eroded soils are characterized by a predominance of the silicate over free Fe form, a decrease in its content with depth and an increase in the amount of free iron. The diluvial soils are characterized by a low content of total Fe in comparison with the eroded soils of the slope, in which the free compounds predominates over the silicate Fe.

Key words: iron, total content, silicate and free forms, gray forest soils, profile distribution, soil erosion.

Обзор геохимических, географических и природоохранных аспектов поведения Fe в почвах был дан Зонном (1982), отметившим возможность использования его форм нахождения и характер распределения в почвах для типологии и диагностики последних [1].

Железо в эродированных почвах. Полнопрофильные серые почвы залежи содержат в верхнем горизонте 2,51 % Fe, почвы виноградника – 1,92 (рисунок 1), пашни – 1,76. Во всех эродированных почвах залежи содержится почти в 2 раза больше Fe, чем в таких же почвах виноградника и пашни. С увеличением эродированности содержание Fe увеличивается в иллювиальных горизонтах всех почв, а максимальное количество (более 3 %) имеют почвы залежи.

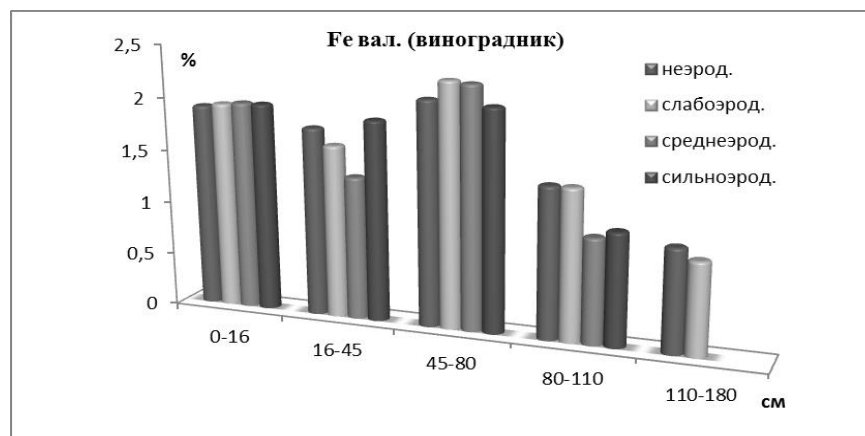


Рисунок 1 – Профильное распределение Fe в почвах катены с виноградником

Наибольший интерес представляют несиликатные – свободные формы Fe, так как их распределение в почвах в значительной степени отражает различия в процессах, предшествующих современным стадиям почвообразования. Данные величины более показательны и сопоставимы, чем показатели абсолютного содержания.

В основном незэродированные и слабоэродированные почвы залежи характеризуются преобладанием силикатного Fe над свободным, уменьшением его содержания с глубиной и нарастанием количества свободного железа. В средне- и сильноэродированных серых почвах залежи в дерновых горизонтах отмечается однородность в распределении и соотношении форм Fe. С глубиной наблюдается увеличение силикатного Fe и снижение количества свободного Fe. Эродированные почвы пашни характеризуются некоторым преобладанием силикатного Fe над свободным в верхнем 0–16 см слое, увеличением его содержания с глубиной и снижением свободного Fe. Верхние слои почв виноградника (0–16 см) характеризуются преобладанием свободных форм соединений железа над силикатными. Это уменьшение наблюдается с нарастанием степени эродированности. С укорачиванием профиля при эрозии закономерность распределения соединений Fe по профилям сохраняется.

Соотношение силикатных и свободных форм соединений Fe принимается за показатель интенсивности выветривания минеральной части почв: чем больше свободных форм Fe, тем интенсивнее выветривание [2]. Таким образом, в почвах склона с виноградником имеет место наибольшее выветривание минеральной части (рисунок 2).

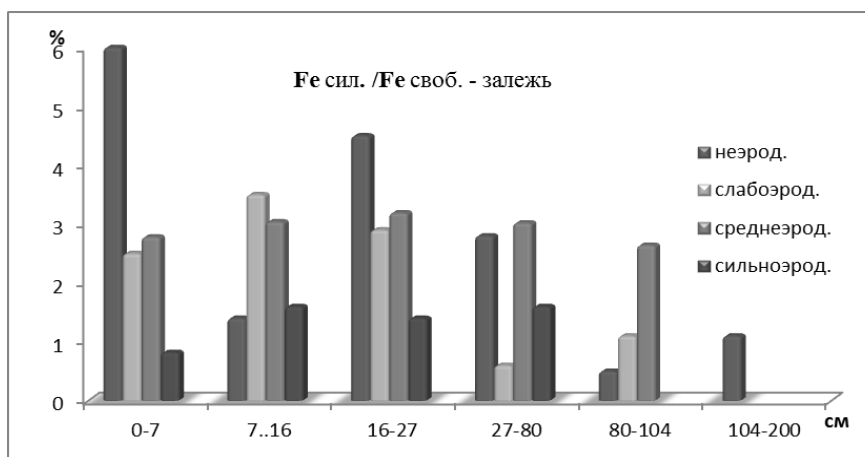


Рисунок 2 – Показатель отношения соединений силикатного и свободного Fe в почвах катены

Подвижное Fe, как известно, включает в себя разнообразные формы жееза [3], а полученные результаты представляют наибольший интерес для выяснения генезиса почв. Все исследованные почвы характеризуются низким содержанием данных соединений: в верхних горизонтах почв легко-растворимые соединения Fe составляют 0,2–0,5 % от валового содержания. С глубиной и с нарастанием степени эродированности доступные растениям формы соединения Fe увеличиваются до 1–2 % от валового содержания.

Делювиальные почвы характеризуются низким содержанием валового Fe по сравнению с почвами склона. В делювиальных почвах, образовавшихся у подножья склонов с пашней и виноградником его содержание достигает 1 %, а в делювиальных со склона-залежь – около 2 %. Характер распределения групп соединений Fe такое же, как в почвах склонов. Однако, отношение силикатной группы к свободной группе больше, чем в эродированных почвах. С глубиной в делювиальных лесолуговых почвах преобладает свободная группа соединений Fe над силикатной группой.

Железо контролирует поведение микроэлементов в почве [4]. Для этого рассчитано соотношение железа и Mn, Cu, Zn, Ni, Co (таблица). Самые низкие показатели отмечены для Fe/Mn, а наивысшие – для Fe/Co. Различия существуют как по степеням эродированности, так и по сельскохозяйственному использованию, поэтому возможен антагонизм Fe со всеми исследованными элементами. Известно, что избыток Cu и Zn приводит к железистой недо-

статочности. Отношение Fe/Cu распределяется по агрохозяйственному использованию в ряд: *пашня > залежь > виноградник*.

Таблица – Соотношение железа с химическими элементами в почвах

Почва	$\frac{Fe}{Mn}$	$\frac{Fe}{Cu}$	$\frac{Fe}{Zn}$	$\frac{Fe}{Ni}$	$\frac{Fe}{Co}$
Виноградник					
Неэродированная	48	142	479	547	1794
Слабоэродированная	53	168	496	567	2468
Среднеэродированная	64	199	499	586	3177
Сильноэродированная	59	239	479	724	1759
Делювиальная	23	212	198	175	696
Залежь					
Неэродированная	36	322	459	571	1443
Слабоэродированная	43	525	563	585	1476
Среднеэродированная	45	589	583	563	1329
Сильноэродированная	45	719	614	438	1229
Делювиальная	33	485	146	589	821
Пашня					
Неэродированная	42	664	183	337	1571
Слабоэродированная	43	665	215	277	1355
Среднеэродированная	48	766	280	319	1313
Сильноэродированная	47	746	309	269	1671
Делювиальная	23	441	178	171	807

Отношение Fe/Zn имеет следующий порядок: *залежь > виноградник > пашня*. Как уже отмечалась, в почвах виноградника Cu находится в избытке, а в почвах пашни преобладает Zn. Изучая отношение Fe к этим элементам, можно отметить, что чем отношение меньше, тем сильнее проявляется антагонизм между ними. Антагонизм Fe и Co проявляется слабее, их соотношения в почвах виноградника составляют: на полнопрофильный – 1749, на слабо- – 2468, средне- – 3177, сильноэродированной – 1759. Отношение Fe/Co в почвах склона залежи и пашни распределяется таким же образом. Показатели отношения Fe/Ni в почвах такие же, как и для Fe/Zn. В серых лесных эродированных и делювиальных почвах антагонизм проявляется сильнее между Fe и Mn. Их соотношение на всех эродированных почвах находится в пределах 36–64, а в делювиальных – 23–33. С увеличением степени эродированности все рассчитанные коэффициенты соотношения микроэлементов увеличиваются, а в делювиальных почвах уменьшаются.

Вывод. Дефицит Fe является проблемой для многих сельскохозяйственных культур, в том числе и для виноградника. Большинство почв республики отличаются низким содержанием доступных для растений форм Fe. Симптомы его недостаточности могут проявляться при самых различных уровнях содержания железа в почвах, характер поступления в растения сильно зависит от его форм, свойств почв, растений, климата. Взаимодействие Fe с различными химическими элементами, их соотношения, а также его формы в почвах обусловлены естественными и антропогенными факторами – эрозией, уровнем химизации, сельскохозяйственным использованием и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зонн С. В. Железо в почвах / С. В. Зонн – М. : Наука. – 1982. – 207 с.
2. Ковда В. А. Геохимические потери микроэлементов в агроландшафтах центра ЕТС / В. А. Ковда, В. П. Учватов. – Докл. АН СССР, 1988. – № 1. – С. 211–214.
3. Николаев А. В., Солодовников Л. И. Влияние кислот на определение некоторых элементов методами атомной абсорбции и пламенной фотометрии / А. В. Николаев, Л. И. Солодовников // Науч.-техн. биол. Сиб. НИИ химиз. с.-х. – 1980. – № 5/39. – С. 31–33.
4. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – М. : Высшая школа, 1975. – 340 с.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ В ФОРМЕ ЗАЛЕЖИ НА АГРОХИМИЧЕСКУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОСЛЕ ИХ РАСПАШКИ

Семенова Екатерина Игоревна, аспирант ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия*, г. Нижний Новгород, katya_semenova@mail.ru

Титова Вера Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия*, г. Нижний Новгород, titovavi@yandex.ru

Дерново-подзолистая почва после распашки 5–7-летней залежи характеризуется неблагоприятными агрохимическими свойствами: низким содержанием гумуса, несбалансированным содержанием основных элементов питания (высокое содержание фосфора и низкое содержание калия), среднекислой реакцией среды (pH_{KCl} 4,8), относительно высокой гидролитической кислотностью, низкой суммой поглощенных оснований и емкостью поглощения. Степень насыщенности почв основаниями находится на уровне 75 % (низкая).

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, залежь, агрохимические показатели, гумус, кислотность, элементы питания

INFLUENCE OF THE CONTENT OF AGRICULTURAL LAND IN FORM OF DEPOSITS ON AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOD-PODZOLIC SOILS AFTER THEIR PLOWING

Semenova E. I., Titova V. I.

Sod-podzolic soil after plowing a 5–7-year-old deposit is characterized by unfavorable agrochemical properties: low humus content, unbalanced content of basic elements of soil nutrition (high phosphorus content and low potassium content), medium acid reaction (pH_{KCl} 4.8), relatively high hydrolytic acidity, a low sum of absorbed bases, and an absorption capacity. The degree of saturation of soils with bases is 75% (low).

Key words: sod-podzolic soil, deposit, agrochemical indicators, humus, acidity, nutrients.

Введение. В настоящий момент сельскохозяйственные угодья занимают на планете огромные площади и используются не только как природный ресурс, но выполняют также энергетическую, средообразующую и средорегулирующую функции в биосфере [2, 3, 6, 7]. Вместе с тем в настоящее время в России выведено из оборота и не используется от 30 до 40 млн га пашни. Она переведена в залежь и трансформируется под влиянием естественных и антропогенных процессов: почвообразования, саморазвития почв, зарастания лесом, задернения, залужения, заболачивания и др. [7]. Перед обществом, таким образом, стоит задача возврата залежных земель в активное земледельческое использование.

Целью исследования явилась агрономическая оценка состояния земель сельскохозяйственного назначения на момент распашки 5–7-летней залежи.

Условия и методы проведения исследований. Объектом исследования стал земельный участок, расположенный на севере Нижегородской области. Обследование участка проведено в июне 2016 г. Образцы почвы отбирали в соответствии с ГОСТ 28168–89. Учитывая пространственную неоднородность участка, обусловленную различным рельефом его отдельных частей, а также разнообразием растительного покрова, на исследуемой площади было выделено 5 элементарных участков. Проба 1 приурочена к центральной части, а проба 2 – к северо-западной части участка, занятой преимущественно лугово-злаковой растительностью. Пробы 3–5 отбирались на территории, находящейся в основном под влиянием лесной растительности. Большая часть площади участка занята лугово-травянистой растительностью – порядка 60 % территории, остальная часть участка занята мелкоколесьем.

Анализы почвенных проб (дерново-подзолистая супесчаная на аллювиально-флювиогляциальных супесчаных отложениях) выполнены в ФГБУ «Тюльская МВЛ» в аккре-

дитованной химической лаборатории на сертифицированном оборудовании с использованием следующих методов: pH солевой вытяжки – ГОСТ 26483–85; содержание органического вещества (гумуса) – ГОСТ 26213–91; содержание подвижных соединений фосфора и калия – ГОСТ Р 54650–2011; гидролитическая кислотность – ГОСТ 26212–91, сумма поглощенных оснований – ГОСТ 27821–88, ёмкость поглощения и степень насыщенности основаниями – расчетные методы. При оценке полученных значений использовали градации, принятые в агрохимической практике [4].

Результаты исследований. Агрохимическая характеристика почв представлена в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвенных образцов

№ образца	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH _{KCl}	H _г	S	T	V, %
		мг/кг			мг-экв. / 100 г почвы			
1	1,8	186	80	5,0	2,8	8,6	11,4	75,4
2	1,4	160	36	4,9	2,5	9,4	11,9	79,0
3	1,1	176	27	4,7	2,8	7,7	10,5	73,3
4	1,1	176	20	4,7	3,0	8,1	11,1	73,0
5	1,2	110	72	4,8	2,5	7,9	10,4	76,0

Содержание гумуса является важнейшим показателем, во многом определяющим все почвенные режимы и свойства [5]. При этом дерново-подзолистые почвы естественного ряда характеризуются невысоким запасом органического вещества, что и подтвердило проведенное исследование. Так, в соответствии с существующей градацией почвы участка являются слабогумусированными, что свидетельствует об их низком потенциальном плодородии и неблагоприятных физических и водно-физических свойствах. Вместе с тем нельзя не отметить, что в почвенных образцах 1 и 2, характеризующих часть участка, занятую травянистым фитоценозом, содержание гумуса значительно выше, чем в той части участка, где уже растет молодой лес. Это свидетельствует о том, что территория под травянистым ценозом обладает большим запасом плодородия, чем часть участка с древесно-кустарниковой растительностью.

Содержание подвижных форм фосфора на исследуемой территории изменяется в широких пределах, варьируя от повышенного (образец 5) до высокого. В целинных дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава концентрация фосфора, растворимого в 0,2 М HCl, обычно ниже. Высокое содержание подвижных форм фосфора в обследуемых почвах, очевидно, связано с тем, что ранее они были пахотными и в 70–80-е годы прошлого века подвергались интенсивному окультуриванию. При внесении высоких доз фосфорных удобрений данный элемент, по отношению к которому практически любые почвы обладают высокой емкостью поглощения, переходил в химически связанные нерастворимые формы, за счет чего сформировался запасной фонд фосфатов. Соответственно высокое содержание подвижных форм фосфора является результатом длительного и интенсивного окультуривания данной почвы во второй половине XX в.

По иному обстоит ситуация с калием, содержание которого варьирует от очень низкого (образцы 2–4) до низкого (образцы 1 и 5). Данный элемент обладает гораздо более высокой миграционной способностью, чем фосфор, в результате чего он достаточно быстро теряется из профиля супесчаных почв. В целом низкое содержание гумуса и калия, а также несбалансированное содержание основных элементов питания (фосфора и калия) обуславливают неблагоприятный питательный режим данных почв.

Результаты исследований свидетельствуют и о неблагоприятных физико-химических свойствах почв рассматриваемого участка. В соответствии с полученными значениями pH_{KCl} почвы участка можно отнести к группе среднекислых. Такая реакция среды является неблагоприятной для большинства культурных растений. Обращает на себя внимание и относительно высокая гидролитическая кислотность почвы. Емкость поглощения, определяемая в основном содержанием органического вещества и наличием мелкодисперсных фракций, в

рассматриваемой почве является низкой. При этом значительная ее часть приходится на ионы водорода и алюминия, обуславливающие гидролитическую кислотность. В результате сумма поглощенных оснований оценивается как низкая, а степень насыщенности основаниями не достигает 80 % (низкая).

Почва участка в целом (таблица 2) характеризуется неблагоприятными агрохимическими свойствами: низким содержанием гумуса, несбалансированным содержанием основных элементов питания (высокое содержание фосфора и низкое содержание калия), среднекислой реакцией среды (pH_{KCl} 4,8), относительно высокой гидролитической кислотностью, низкой суммой поглощенных оснований и емкостью поглощения. Степень насыщенности почв основаниями находится на уровне 75 % (низкая).

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почв участка в среднем

Показатели	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH _{KCl}	Нг	S	T	Степень*, %
		мг/кг			мг-экв./100 г			
Min–max	1,1–1,8	110–208	20–72	4,7–5,0	2,5–3,0	7,7–9,4	10,4–11,9	73,0–79,0
X _{ср.} ±Sx _{ср.}	1,3 ± 0,1	166 ± 16	47 ±12	4,8 ±0,1	2,7 ±0,1	8,3 ±0,3	11,1 ±0,3	75,3 ±1,1
V, %	22,3	21,6	58,3	2,7	8,0	8,2	5,7	3,2
Примечание: степень* - степень насыщенности почвы основаниями; min-max – минимальное и максимальное значение показателя; X _{ср.} – среднее значение показателя. Sx _{ср.} – ошибка среднего. V – коэффициент вариации								

Однако та часть участка, которая представлена залежью с травянистым фитоценозом (образцы 1, 2), обладает все-таки большим запасом плодородия, что можно выразить следующими цифрами: содержание гумуса в среднем по этой части участка равно 1,6 %, содержание подвижного фосфора – 173 мг/кг, обменная кислотность приближается к 5 единицам pH.

Заключение. Судя по данным агрохимического обследования, потенциальное плодородие дерново-подзолистой почвы после распашки 5–7-летней залежи можно в целом оценить как низкое и несбалансированное по показателям. Последнее позволяет предположить, что возвращение этой части обследуемого участка в активное земледельческое использование возможно, но оно потребует дополнительного внесения различных удобрений и агромероприятий, необходимых, прежде всего, для пополнения содержания и запасов гумуса в почве, а также для повышения обеспеченности ее подвижными соединениями калия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / под ред. акад. Г. А. Романенко. — М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2008. — 65 с.
2. Булгаков Д. С. Агроэкологическая оценка пахотных почв / Д. С. Булгаков. — М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2002. — 250 с.
3. Добровольский Г. В. Экология почв – Учение об экологических функциях почв / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – 2-е изд., уточн. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2012. – 412 с.
4. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М. : ВНИИА, 2003. – 195 с.
5. Никитин Б. А. Пахотные почвы Нижегородской области / Б. А. Никитин, Г. Д. Гогмачадзе – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2003. – 176 с.
6. Полищук О. Н. Основы экологии и природопользования : учебное пособие для вузов / О. Н. Полищук. – Проспект Науки, 2011. – 144 с.
7. Титова В. И. Охрана окружающей среды : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям / В. И. Титова, Е. В. Дабахова. – Н. Новгород, 2003. – 213 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ И СУКЦЕССИИ В ЭКОСИСТЕМАХ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Яшин Иван Михайлович, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева», *Россия, Москва*, ivan.yashin2012@gmail.com

Васенев Иван Иванович, доктор биологических наук, профессор и заведующий кафедрой экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева», *Россия, Москва*, ivvasenev@gmail.com

Поветкин Владимир Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева», *Россия, Москва*, v_povetkin@mail.ru

Рамазанов Сабир Рамазанович, соискатель кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева», *Россия, Москва*, rsr005@yandex.ru

В лесостепных ландшафтах Приволжской возвышенности отмечена масштабная гибель фаций березы. Она характерна и для лесных полос. Полевые стационарные изыскания в 2009–2017 гг. показали, что усыхание берез связано с аридизацией климата, эволюцией черноземов, сукцессией, пожарами и задымлением нижних слоев атмосферы. В летний период выявлена восходящая миграция водорастворимых солей из слабо засоленных пород. В период дождей отмечена нисходящая водная миграция гуматов и фульватов Na. Ослабленные древесные фации активно поражаются плесневыми грибами.

Ключевые слова: эволюция черноземов, аридизация климата, пожары, осолонцевание черноземов, усыхание фаций берез.

THE EVOLUTION OF CHERNOZEMS AND SUKCESSIONS IN ECOSYSTEMS OF VOLGA UPLAND

Yashin I. M., Vasenev I. I., Povetkin V. A., Ramazanov S. R.

In the forest-steppe ecosystems of Volga Upland, wide-scale loss of birch facies is noted. This is also the case for forest belts. Our stationary research conducted in 2009 - 2017 shows that drying of birch trees occurs due to climate aridization, blackearth evolution and wildfires. Ascending migration of water-soluble salts from slightly saline ground is detected at summer periods. Alkalinization of blackearth horizon A is observed. Its quality noticeably deteriorates. Descending water migration of humates and fulvates Na occurs at rain season. They get into river water.

Keywords: blackearth evolution, climate aridization, wildfires, blackearth alkalinization, birch facies drying.

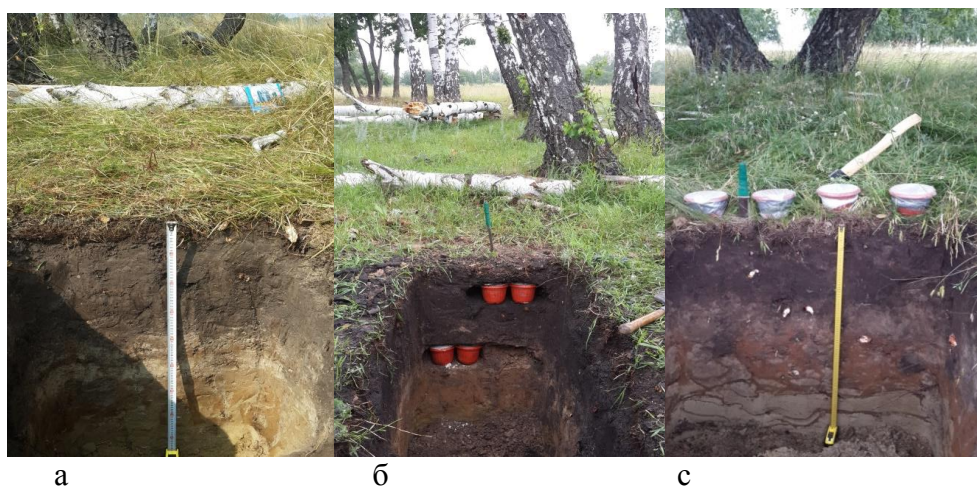


Рисунок 1 – Долина реки Большой Колышлей (плакор) в пределах Приволжской возвышенности: а – профиль чернозема солонцеватого, летом в засуху 2015 г., в фации засохших берез – на поверхности почвы сформирована мощная дернина степных растений; б – профиль чернозема солонцеватого (что и на фото «а») в октябре 2016 г.; с – профиль чернозема солонцеватого среднесуглинистого под кроной зрелой березы: четко заметны белесые слои SiO_2 – следствие деградации (фото И. М. Яшина: а – 8.07.2015; б – 13.10.2016; с – 11.07.2017).

Ранее [1, 2] нами были рассмотрены экологическое состояние и особенности деградации черноземов в экосистемах Приволжской возвышенности. В настоящем сообщении приводятся фактические сведения о влиянии эволюции черноземов на гибель фаций берез, включая и массивы лесных полос. Установлено, что трансформация черноземов тесно связана с аридизацией климата, засолением почв и солонцовым процессом почвообразования. Этому способствуют слабо засоленные породы, которые на надпойменных террасах залегают на глубине 234–245 см, а на плакорах – 68–84 см (рисунок 1 а). Отмечено активное перемещение солей в верхние горизонты кретами. При засолении почв процесс черноземообразования затухает, а осолонцевание гумусового и иллювиального горизонтов становится доминирующим. Морфология почв заметно изменяется: отмечается щелочная реакция, образуются гуматы и фульваты Na^+ , а под гор. A_1 формируется слой белесого песка – как маркер деградации минералов горизонта B_t (рисунок 1с). Минералы иллювиальных горизонтов разрушаются до конечного продукта – SiO_2 . Но слой песка периодически маскируется органоминеральными веществами (и коллоидами Fe, Mn, Si, что видно на рисунке 1 б) при их водной миграции в сезон дождей.



Рисунок 2 – Долина реки Большой Колышлей в пределах Приволжской возвышенности: а – доцент кафедры экологии РГАУ-МСХА Т.М. Джанчаров в профиле чернозема солонцеватого среднесуглинистого на плакоре: у него в руке столбчатый пед из солонцового горизонта с затеками гумуса; б – профиль техногенно эродированного чернозема выщелоченного в лесной полосе на первой надпойменной террасе реки – почва заметно иссушена и очень плотная по всему профилю (фото И. М. Яшина, июль 2014–2016).

Из-за слоя песка белесый слой порой трудно заметить, но он является важным признаком деградации черноземов. Это нужно отмечать в классификации. Наблюдается дегумификация органических веществ горизонта A_1 : катионы Ca^{2+} почти вытесняются ионами Na^+ , а сложные структуры гумусовых веществ частично переходят в мобильные формы гуматов и фульватов натрия. Наблюдается масштабный латеральный вынос из почв ионов кальция и их миграция в речной бассейн. При осолонцевании черноземов происходит обновление системы гумусовых соединений: «старые» гумусовые структуры замещаются новыми веществами. Химическая активность гумусовых веществ временно повышается, но общее содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ в почве заметно уменьшается: с 3,1–3,4 % в черноземе выщелоченном до 2,2–2,6 % в черноземе солонцеватом. На наш взгляд, процесс деградации идет уже давно. В период дождей гетерополярные соли гуматов Na участвуют в нисходящей водной миграции. Но эти соли неустойчивые и при миграции могут разрушаться. На педях (структурных отдельностях) образуются черного цвета затеки, косвенно свидетельствующие о водной миграции веществ из гор. A_1 (рисунок 2 а). Состав гумусовых веществ в черноземах солонцеватых изменяется: по-

являются новые и химически активные фракции фульвокислот (ФК-1а), вытесняемые из отдельного образца раствором 0,1 н. H_2SO_4 , 19,3 % от общего $C_{орг}$ в группе ФК.

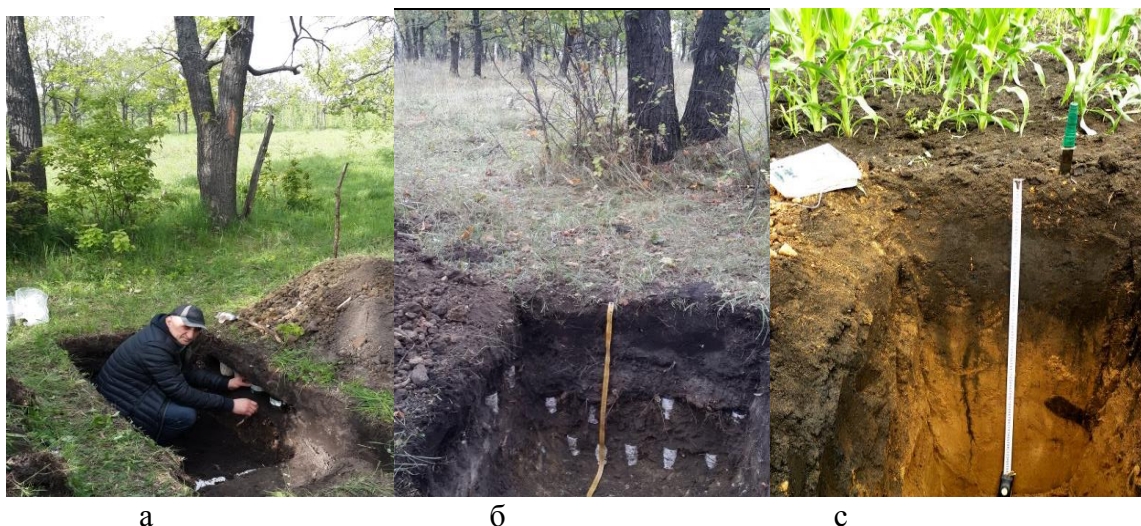


Рисунок 3 – а–б – плакор долины реки Большой Колышлей: соискатель кафедры экологии РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева С. Р. Рамазанов устанавливает сорбционные лизиметры для учета нисходящей водной миграции органических веществ и восходящей миграции солей (май и октябрь 2016); с – 2-я надпойменная терраса реки Большой Колышлей: профиль чернозема обыкновенного маломощного среднесуглинистого на лессовидных карбонатных суглинках с гумусовыми затеками в гор. «АВ» после летних дождей (фото И. М. Яшина).

В группе гуминовых веществ (ГВ) преобладают фракции свободных бурых гуминовых кислот (17,6 % от $C_{орг}$ данной группы), пептизируемых в воде и склонных к миграции. Доля фракции ГВ, связанных с ионами Ca^{2+} , при осолонцевании черноземов снизилась с 13,4 до 7,2 % от $C_{орг}$. Восходяще-нисходящие миграционные процессы взаимосвязаны и зависят от гидротермического режима лесных полос, степных и лесных фаций. Водная миграция органических веществ и солей в профилях черноземов исследуются нами в серии полевых опытов с помощью метода сорбционных лизиметров ([1, 2] – рисунок 3 а, б). В кислотно-щелочных вытяжках из сорбентов – катионита КУ-2 и анионита АВ-17 колонок, установленных под горизонтом B_t чернозема солонцеватого были определены ($мг/л \times год^{-1}$): ионы Ca^{2+} (143 ± 13) и ионы Na^+ (27 ± 2); вынос $C_{орг}$ ГВ в форме солей Na^+ из гор. B_t составил $17,4 \pm 4,9 г/м^2 \times год^{-1}$. Генезис засоления черноземов изучен с помощью метода водных вытяжек. В докладе приводятся данные о гидрохимическом составе грунтовых и речных вод. В качестве контроля используется чернозем обыкновенный (рисунок 3 с). В нем минералы и гумусовые вещества насыщены катионами Ca^{2+} : здесь есть карбонатно-кальциевый ($CaCO_3$) барьер миграции с белоглазкой. Засоленные породы залегают глубже 3 м. Этот подтип чернозема наиболее устойчивый к деградации. Хотя в нем отмечается плотная «плужная подошва».

Гидрохимический состав поверхностных вод изучен нами в одной из лабораторий «Центра гигиены и эпидемиологии в Москве». Речные воды отобраны весной – 16.05.2016 г. Установлены следующие концентрации химических соединений ($мг/л$): водорастворимые формы железа – $0,4 \pm 0,1$ (ПДК по Fe^{3+} – 0,3 мг/л); NO_3^- – $0,84 \pm 0,2$; NH_4^+ – $0,47 \pm 0,1$; Ca^{2+} – 107 ± 16 ; Na^+ – $24,6 \pm 3,5$; сухой остаток – 559 ± 50 ; рН – $6,9 \pm 0,2$. Показатели биологического потребления кислорода (БПК) и химического потребления кислорода (ХПК) оказались соответственно равными $8,4 \pm 1,1 O_2$ и $28,8 \pm 6,9 O_2$. Концентрация $C_{орг}$ в водах реки Большой Колышлей – $24,5 \pm 1,3$ мг/л, а в грунтовых водах лугово-черноземной почвы поймы данной реки – $52,8 \pm 3,6$ мг/л.

Выводы. Впервые установлена экологическая причина гибели фаций берез - это эволюция черноземов при дефиците влаги. Данный процесс генетически обусловлен современной аридизацией климата и сукцессиями. Отмечено остепнение ландшафтов и осолонцевание черноземов. Наряду с осолонцеванием под горизонтом A_1 образуется белесый

элювиальный (не подзолистый) слой. При закладке лесных полос нужно учитывать эти факты и использовать новые почвенно-экологические карты. Сведения об эволюции черноземов помогут корректно решить и такую задачу, как влияние растений лесных полос на почвы. В лесной экосистеме влияние биоты и почвы взаимообусловлено. В аграрной экосистеме растения эпизодичны – функционируют в течение очень короткого периода и отчуждают N, P, K, Ca.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яшин И. М. Экогеохимия : учебное пособие / И. М. Яшин, И. И. Васенев, С. Р. Рамазанов, В. А. Черников // Ред. И. М. Яшин. М.: РГАУ – МСХА, 2016. – 212 с.
2. Яшин И. М. Экологическая оценка, генезис и эволюция черноземов Приволжской возвышенности : монография / И. М. Яшин, И. И. Васенев, С. Р. Рамазанов // Ред. И. М. Яшин. – М. : РГАУ – МСХА, 2017. – 158 с.

УДК 630*91

РОСТ КУЛЬТУР ЕЛИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ЛЕСНЫХ ЗЕМЛЯХ В КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Багаев Сергей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, филиал «Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства» «Центрально-европейская лесная опытная станция», *Россия, г. Кострома, se-los-lh@mail.ru*

Изложены результаты исследования роста чистых еловых культур 1–2-го классов возраста, созданных на бывших сельскохозяйственных и лесных землях в зеленомошной группе типов леса. Установлено, что ель на сельскохозяйственных землях растет быстрее, чем на лесных площадях, и к 50–60-летнему возрасту достигает количественной спелости. Закладывать культуры ели с густотой более 2500 посадочных мест на 1 га нецелесообразно.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли, культуры ели, пробные площади, количественная спелость, густота посадки.

THE GROWTH OF THE CULTURES ATE IN AGRICULTURAL AND FOREST LANDS IN THE KOSTROMA REGION

Bagaev S. S.

The results of a study of the growth of pure spruce crops 1–2 age class, created on former agricultural and forest soils in the zelenomoshnoj group of forest types. It has been established that spruce on agricultural lands is growing faster than forest area and to 50–60-age reaches quantitative ripeness. Lay the culture ate with density more than 2500 seats on 1 ha.

Keywords: agricultural land, culture ate plots, quantitative harvest, planting density.

Экономический кризис нанес ощутимый ущерб сельскому хозяйству нечерноземной зоны России. Площади используемых земельных ресурсов существенно сократились. Неиспользуемые сельскохозяйственные земли в основном зарастают малоценной древесно-кустарниковой растительностью со значительным участием мягколиственных пород, преимущественно березы. В настоящее время площадь лесных насаждений, не входящих в лесной фонд, в составе земель сельскохозяйственного назначения в Костромской области составляет 81,9 тыс. га [1]. Ель, древесина которой в регионе имеет большое хозяйственное значение, возобновляется неравномерно [3].

Первые культуры ели в Центральных областях России создавались в конце XIX – начале XX столетий посадкой семян и саженцев на сельскохозяйственных землях [2, 4]. В Смоленской области продуктивность еловых культур с густотой посадки от 2500 до 6600 шт./га в возрасте 48 лет отличалась незначительно – запас соответственно составил от 507 до

536 м³/га [3]. В Латвии по продуктивности 50-летние посадки с числом посадочных мест от 2500 до 3000 шт./га на сельскохозяйственных и лесных почвах не уступали посадкам с первоначальной густотой от 4400 до 6660 шт./га [5].

Центрально-европейской лесной опытной станцией в 1970–1980-е годы создавались опытно-производственные культуры на бывших сельскохозяйственных и лесных землях в зеленомошной группе типов леса в Костромском, Судиславском и Островском лесничествах. Густота посадки на лесных почвах варьировала от 2000 до 6000, а на почвах сельскохозяйственного пользования – от 2000 до 5500 посадочных мест на 1 га. Культуры на лесных почвах созданы посадкой 4–5-летних саженцев (2 + 2, 2 + 3) в пласты плуга ПКЛ–70, а для закладки на сплошь и частично обработанных сельскохозяйственных почвах использовались 3–4-летние саженцы. В культурах до момента обследования проводились рубки ухода слабой интенсивности, выборка сухостоя, больных и поврежденных деревьев. Исследования проводились на пробных площадях, закладываемых на участках посадок ели I–II классов возраста. Проводился сплошной пересчет всех деревьев по одноступенчатым ступеням толщины. Для каждой ступени толщины измерялись высоты 2–3 деревьев.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в Костромской области еловые посадки I–II классов возраста на сельскохозяйственных почвах растут существенно быстрее, чем на лесных. Наибольший текущий годичный прирост культур ели в высоту и по диаметру наблюдается в возрастном интервале от 10 до 20 лет (различия в среднем составили соответственно 12 см и 0,9 мм). Средние значения приростов на сельскохозяйственных почвах в этот период – соответственно 66 см и 6,7 мм. На землях сельскохозяйственного пользования возраст количественной спелости ели по прогнозу наступит в 50–60 лет, а на лесных почвах позже – в 60–70 лет.

По результатам исследований оптимальная густота посадки культур ели на лесных и сельскохозяйственных землях составляет 2500 шт./га, что соответствует густоте плантационных культур. По продуктивности древесины посадки с такой густотой не уступают посадкам с большей густотой. В связи с этим закладывать культуры ели с густотой более 2500 посадочных мест на 1 га нецелесообразно. Таким образом, на землях, вышедших из сельскохозяйственного использования, перспективно создание лесных плантаций ели целевого назначения для ускоренного получения ценных сортиментов – пиловочника и балансов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа Костромской области «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Костромской области на 2013–2020 годы». Утв. постановлением администрации Костромской обл. от 29.11.2012 г. № 508-а.
2. Исаченко Х. М. Опыт лесоразведения в центральных областях Европейской части СССР / Х. М. Исаченко. – М.–Л. : Гослесбумиздат, 1957. – 112 с.
3. Корякин В. А. Перспективы создания плантаций целевого назначения на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования в Костромской области / В. А. Корякин // Лесохоз. информация. – № 3–4. – 2008. – С. 61–62.
4. Мерзленко М. Д. Карл Францевич Тюрмер / М. Д. Мерзленко. – М. : МГУ, 1986. – 62 с.
5. Мангалис И. К. Рост и продуктивность культур ели на лесных и сельскохозяйственных почвах / И. К. Мангалис // Ель и ельники Латвии. – Рига : Зинатне, 1975. – С. 32–38.

ОЦЕНКА ПОЧВОВОССТАНАВЛИВАЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ НА ВОДОСБОРАХ С АКТИВНЫМ ПРОЯВЛЕНИЕМ ЭРОЗИИ ПОЧВ

Зеленская Евгения Яковлевна, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, *Россия*, г. Белгород, 706629@bsu.edu.ru;

Видлога Виктория Витальевна, студент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, *Россия*, г. Белгород, 1094275@bsu.edu.ru

В статье представлены результаты исследования почв под лесными полосами на Новосильской агролесомелиоративной опытной станции. При помощи полевых и аналитических методов изучены физико-химические свойства почв, которые раскрывают особенности почвообразования под лесными насаждениями различного породного состава при различных типах антропогенных нарушений.

Ключевые слова: мелиорация, эрозия почв, стокорегулирующие лесополосы, землеустройство, агроландшафты.

ESTIMATION OF THE SOIL-STABILIZING EFFICIENCY OF FOREST MANAGEMENT ON WATERS WITH ACTIVE STREAM OF EARTH EROSION

Zelenskaya E. Ya., Vidloga V. V.

The article presents the results of the study of soils under forest belts on the Novosil agroforestry experimental station. With the help of field and analytical methods, the physicochemical properties of soils have been studied that reveal the features of soil formation under forest plantations of various rock composition with different types of anthropogenic disturbances.

Keywords: melioration, soil erosion, flow regulating forest belts, land management, agricultural landscapes.

Развитие представлений о большом вкладе леса в регулирование поверхностного стока и накопление влаги особенно важно для аграрноосвоенных регионов, которые утратили зональный уровень лесистости. Наиболее экологически уязвимыми являются бассейны с лесистостью менее 3 % [4]. Влияние лесистости на гидрофункционирование водосборов зависит от их территориальной выраженности, которую можно объективно представить через порядковую организацию бассейнов. Установлено [2], что наиболее отчетливо зависимость водности от лесистости проявляется для бассейнов IV порядка.

При оценке устойчивости агроландшафта, учитывающей эрозионную опасность, эродированность почв, экологическую стабильность, значимой становится оценка влияния лесных полос различного назначения [1]. Для определения зависимости элементов водного баланса в агроландшафте от местоположения полевых защитных лесных насаждений и планирования лесомелиоративных мероприятий перспективно совместное применение данных дистанционного зондирования Земли [5] и ГИС-технологий [3].

Впервые идею комплексного подхода к противозерозной мелиорации с охватом целых водосборов предложил А. С. Козменко, который в 1921 г. основал Новосильскую опытно-овражную станцию (ныне – Зональная агролесомелиоративная опытная станция, ЗАГЛОС). Созданная система водорегулирующих, полевых защитных, прибалочных лесополос и территорий сплошного облесения с 1994 г. вошла в категорию особо охраняемых природных территорий и признана лесным памятником природы [6].

Новосильская ЗАГЛОС расположена в бассейне р. Зуши, правого притока р. Оки, и входит в состав лесостепной провинции Среднерусской возвышенности (подзона северной лесостепи). В среднем за год здесь выпадает 536 мм осадков, средняя температура января – минус 9,7°; июля – +19,6 °С. Резко выраженная расчлененность территории (1,4 км/км²) и значительные уклоны в сочетании с рыхлыми покровными породами создают предпосылки для интенсивного проявления эрозионных процессов (смыву подвержено около 64 % сельскохозяйственных угодий). За годы существования станции были предложены и испытаны

методы фитомелиорации в системе противоэрозионных мероприятий, выявлен и апробирован ассортимент древесных пород и кустарников (более 100 видов).

В результате проведенных исследований почв (рисунок) было выделено три группы почв под лесонасаждениями: новообразованные почвы в беллигеративных ландшафтах (насаждения березы, клена, лиственницы № 6, 8, 10, 12); эродированные почвы (в основном насаждения березы – № 1, 3, 4, 5); постагрогенная почва (залежь под травами – № 2).

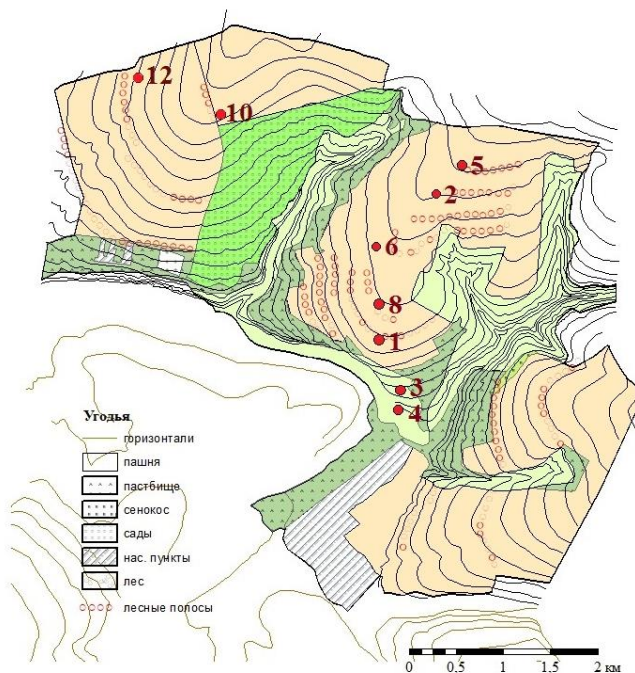


Рисунок – Территория почвенно-генетических исследований на водосборе р. Зуша, Одинокский суходол (участок Овражной базы Новосильской ЗАГЛОС)

Для анализа почвенных образцов (таблица) использованы общепринятые методики: содержание гумуса определялось методом Тюринга; pH (KCL) – потенциометрическим методом; окраска сухой почвы – по шкале *Munsell soil color chart*. Классификационное сходство почв определяли по результатам кластерного анализа в программе *Statistica 10* (метод Уорда, значения нормированы по среднеквадратическому отклонению).

Таблица – Химические свойства новообразованных почв

Номер объекта	Глубина, см	Горизонт	Цвет	Гумус, %	N, %	C/N	pH
1	0–11	A'+A''	10YR 4/2	5,98	0,189	18,32	6,82
	11–19,5	A'''	10YR 4/2	2,51	0,168	8,65	6,66
	19,5–32	AB	10YR 4/3	2,00	0,154	7,52	6,78
3	0–8	A'	10YR 4/2	5,48	0,273	11,62	7,51
	8–20	A''	10YR 4/2	3,29	0,196	9,72	7,63
	20–31	AB	10YR 5/3	2,29	0,112	11,84	7,39
4	0–8,5	A	10YR 5/3	6,47	0,399	9,39	5,89
	8,5–13,5	AB	10YR 5/3	2,97	0,175	9,83	5,74
5	0–10	A ₁ A ₂	10YR 4/2	6,67	0,322	11,99	5,66
	10–21	A ₂ B	10YR 4/2	2,52	0,175	8,34	5,12
6	0–12,5	AC	10YR 5/4	4,06	0,245	9,59	7,31
8	0–8	AC	10YR 6/2	2,85	0,175	9,43	7,41
10	0–8	A	10YR 5/3	5,39	0,154	20,27	5,94
	8–15	AB	10YR 5/2	3,70	0,301	7,12	5,81
12	0–5	A	10YR 5/3	5,65	0,294	11,13	5,68
	5–10	AB	10YR 5/3	3,10	0,217	8,27	5,13
2	0–18	A'+A''	10YR 4/1	4,19	0,259	9,37	5,32
	18–29	AB	10YR 4/2	2,10	0,140	8,69	5,58

В результате кластерного анализа установлено, что в отличие от почв, сформированных под лесными насаждениями, особым комплексом химических свойств характеризуется почва под многолетней залежью на слабосмытой почве (объект № 2). Среди почв, которые развивались в режиме восстановления после антропогенных нарушений и проявления почвенно-деградационных процессов, наиболее самобытной по своим свойствам стала почва, которая формировалась под лесной полосой из лиственницы (объект № 4). Под лесонасаждениями с преобладанием березы (с различной степенью развития напочвенного растительного покрова) за близкое по длительности время почвообразования сформировались сходные по физико-химическим свойствам почвы (объекты 5 и 12, 3 и 6). Первичная причина антропогенной трансформации почв (эрозия или механическая турбация) при сходном составе и возрасте лесонасаждений ясно не отразилась в особенностях ренатурированных почв в климатических условиях северной лесостепи.

В условиях ренатурации деградированных и нарушенных почв средняя скорость формирования гумусового горизонта почв на породах суглинистого состава под лесными насаждениями характеризуется высокими значениями и оценивается в $2,65 \pm 0,27$ мм/год, исключая неблагоприятные эдафические условия – почвообразование на элювии известняка (№ 8), где скорость регенерации почв значительно ниже – 1,3 мм/год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанцев И. В. Теоретические основы оценки эрозионной опасности почв в агроландшафтах / И. В. Казанцев, С. А. Ибрагимова // Самарский научный вестник. – 2013. – № 3 – (4). – С. 48–50.
2. Кузьменко Я. В. Обеспечение оптимальной водоохранной лесистости при бассейновой организации природопользования / Я. В. Кузьменко, Ф. Н. Лисецкий, Ж. А. Кириленко, О. И. Григорьева // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. – № 3–2. – С. 652–657.
3. Кузьменко Я. В. Применение бассейновой концепции природопользования для почвоводоохранного обустройства агроландшафтов / Я. В. Кузьменко, Ф. Н. Лисецкий, А. Г. Нарожная // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 1–9. – С. 2432–2435.
4. Лисецкий Ф. Н. Реки и водные объекты Белогорья / Ф. Н. Лисецкий, А. В. Дегтярь, Ж. А. Буряк, Я. В. Павлюк, А. Г. Нарожная, А. В. Землякова, О. А. Маринина // Белгород : Константа, 2015. – 362 с.
5. Лисецкий Ф. Н. Использование космического мониторинга для изучения элементов водного баланса в целях адаптивного землеустройства агроландшафтов / Ф. Н. Лисецкий, Т. Н. Ковалева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – Т. 17. – № 21. – С. 108–118.
6. Петелько А. И. Влияние глубины промерзания почвы на формирование стока талых вод / А. И. Петелько // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2017. – Т. 40. – № 18. – С. 149–156.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САКСАУЛА ЧЕРНОГО В ПАСТБИЩНОМ ХОЗЯЙСТВЕ СРЕДНЕАЗИАТСКИХ ПУСТЫНЬ*

Шамсутдинова Эльмира Зебриевна, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса, Россия, г. Лобня Московской области, darplant@mtu-net.ru

Рассмотрены результаты использования саксаула черного для создания пастбищезащитных лесных полос и формирования кустарниково–полукустарничково–травянистых пастбищных агрофитоценозов.

Ключевые слова: саксаул черный, пастбищезащитные полосы, кустарниково–полукустарничковые–травянистые агрофитоценозы, создание, использование.

THE BLACK SAXAUL IN PASTURE MANAGEMENT UTILIZATION IN DESERTS OF THE CENTRAL ASIA

Shamsutdinova E. Z.

In the paper the results of black saxaul utilization for pasture protection forest belts creation and shrub–semishrubs–grasses pasture agrophytocenosis forming.

Keywords: *Haloxylon aphyllum*, black saxaul, pasture protection belts, shrub–semishrubs–grasses pasture agrophytocenosis, creation, use.

Саксаул чёрный *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Пjin. – ирано–туранский вид [5]. Безлистный кустарник или полудерево 3–4 м высоты, в особо благоприятных условиях до 7–8 м. Ассимилирующая функция принадлежит веточкам, ежегодно опадающим [1]. Ксерофил, стеблесуккулентный галофил [4]. Произрастает как на песчаных, так и на глинистых и щебнистых почвах, в разной степени засоленных [10]. Корневая система мощная, глубоко проникающая в почву (может достигать 9 и даже 16 м). Встречается преимущественно на территориях с близким залеганием грунтовых вод, но может произрастать и в автоморфных условиях.

Саксаул черный, как мощный эдификатор, дерево пустыни, формирует своеобразную среду обитания в создаваемых им сообществах, что связано с затенением, засолением поверхности, изменением микроклимата, особенно под самими кронами деревьев. Эти средообразующие функции растений, в том числе саксаула чёрного, по предложению А. А. Уранова [10] получили название фитогенное поле. Средообразующая способность саксаула чёрного широко используется в пустынных районах Средней Азии для создания пастбищезащитных лесных полос, а также для формирования многоярусных многовидовых пастбищных агрофитоценозов [2, 3, 8, 9, 11–13].

Цель работы – изложить результаты разработки способов создания и использования пастбищезащитных чёрносаксауловых полос в многоярусных пастбищных агрофитоценозах в аридных районах Средней Азии.

Условия и методика исследований. Почвы в районах проведения исследований светлые сероземы, средне- и легкосуглинистые по гранулометрическому составу. Среднегодовая температура воздуха в пределах +16°C, а июне–июле – +40–45°C. Количество атмосферных осадков за многолетний период составляет с колебаниями от 81 до 257 мм. Относительная влажность воздуха за год в среднем на уровне 30 %.

Опыты по разработке способов создания пастбищезащитных полос из саксаула чёрного закладывали шириной 15–25 м. Посев семян – декабрь–январь. Вспашка почвы – отвальная на глубину 18–20 см (6, 7, 14). Норма высева семян 5 кг/га. Семена заделывали на глубину 0,5–1,0 см путем прикатывания. Пастбища, где заложены полосы из саксаула не использовали под выпас овец в течение первых 2–3 лет, а отводили их под сенокосы проводили учёт

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, в рамках проекта № 17–04–01035

численности растений, их высоты, определяли видовой состав растений, урожай кормовой массы на полосах саксаула чёрного и на межполосных пространствах (6).

Результаты исследований. Саксаул чёрный – быстрорастущее растение. В первый год достигает полуметровой высоты. Во второй год жизни средняя высота растений достигала 106–121 см, в третий – 123–129, в четвёртый – 152–179, в пятый – 168–198 см. В 3–4-летнем возрасте в основном формируются скелетные оси, некоторые кусты плодоносят с 3–4 лет, но, как правило, с 5 лет.

Корневая система саксаула чёрного мощная, глубокопроникающая. В первый год корни проникают на глубину 110–140 см, в 5-летнем возрасте – до 14 м.

Таблица – Показатели роста и развития саксаула чёрного в условиях производственных посевов в аридной зоне Узбекистана

Зона	Урочище	Возраст	Площадь посева, га	Количество кустов на 1 га	Высота растений, см	Ширина кроны, см	Толщина штамба, см	Количество плодоносящих кустов, %	Урожайность сухой кормовой массы, ц/га
Предгорная полупустыня Нишанская "степь"	Кзылча Кафтарли	5 лет 4 года	500 500	4582 1687	145±8,3 173±11,3	82±4,3 160±9,5	2,6±0,1 4,9±0,4	36,5 77,3	15,1 9,3
Полынно-эфемеровая пустыня Карнабчуль	Планчоп Гумбаса	4 года 5 лет	500 2000	1545 1039	205±6,5 137±17,0	179±6,7 125±12,3	5,3±0,3 3,8±0,4	54,3 59,7	12,4 17,2
Полынно-эфемеровая пустыня Карнабчуль	Тани-кудук	4 года	200	1819	282±17,1	199±18,7	6,9±0,7	57,4	13,7
Полынно-эфемеровая пустыня Карнабчуль	Айтувды Айтувды	4 года 5 лет	500 500	939 1393	217±11,7 195±8,5	191±3,9 163±12,5	5,9±0,3 4,7±0,5	85,3 75,1	13,8 15,3
Юго-Западные Кызылкумы	Мая-Тюбе	4 года	200	2574	100±17,5	107±23	3,0±0,6	13,2	8,5
Юго-Западные Кызылкумы	Аксай	5 лет	500	4450	80±10	72±10,5	2,0±0,3	32,9	11,5

Данная таблица показывает параметры роста, развития и кормовой продуктивности саксаула чёрного в разных агроэкологических условиях.

Специальные наблюдения и учеты показали положительное влияние черносаксауловых полос на пастбищную растительность, которое распространяется на расстояние 100 м от полосы с подветренной стороны. Эфемеры в лесополосе получают буйное развитие за счет создания благоприятных гидротермических условий и лучшего обсеменения. В почве накапливается большой запас семян, принесенных ветром в зону действия полосы и задержанных ею. Таким образом, лесополоса является своеобразным барьером для задержания семян. В 100-метровой зоне влияния лесополосы урожайность составила в среднем 5,3 ц/га. По питательной ценности это соответствует 280 кормовым единицам. Учет кормового запаса, проведенного в августе, показал, что эфемеры летом отлично сохраняются в засохшем виде в саксауловой полосе. Находясь под защитой саксаула, они меньше подвержены ломке и осыпанию, чем на открытом пастбище (контрольный участок).

Следует отметить обильное развитие в саксауловой полосе однолетних солянок: солянка хрящеватая (*Salsola sclerantha*), голохарис щетинистоволосый (*Halocharis hispida*). Осо-

бенно благоприятные условия создались в полосе для развития злакового разнотравья – ко-
стреча безостого (*Bromopsis inermis*), овсяницы бороздчатой (*Festuca valesiaca*), а также ко-
стенца зонтичного (*Holosteum umbellatum*).

Саксаул черный также широко используется для создания многоярусных, поливидовых
пастбищных агрофитоценозов с участием кормовых полукустарников (чогон (*Aellenia
subaphylla*), терескен серый (*Eurotia ceratoides*)), полукустарничков кейреук (*Salsola
orientalis*), кохия простертая (*Kochia prostrata*), камфоросма Лессинга (*Camphorosma
lessingii*)) и ксерогалофильных многолетних трав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акжигитова Н. И. Галофильная растительность Средней Азии и её индикационные свойства / Н. И. Акжигитова. – Ташкент : ФАН, 1982. – 190 с.
2. Енсен Н. П. Об использовании галофитов для реабилитации земель солеуглеводородного загрязнения и производства кормов / Н. П. Енсен, Д. Дж. Карти, Р. Мартин, К. Руддер, З. Ш. Шамсутдинов, Н. З. Шамсутдинов // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – № 6. – С. 78–91.
3. Зотов А. А. Методы комплексной оценки природных пастбищных экосистем / А. А. Зотов, Н. З. Шамсутдинов, А. А. Хамидов, З. Ш. Шамсутдинов // Аридные экосистемы. – 2009. – Т. 15. – № 38. – С. 39–51.
4. Коровин Е. П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана / Е. П. Коровин. – Ташкент : Изд-во АН УзССР, 1961. – Т. 1. – 452 с.
5. Лавренко Е. М. Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-туранской подобластей Афразийской пустынной области / Е. М. Лавренко // Ботан. журн. – 1965. – Т. 50. – № 1. – С. 13–15.
6. Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции кормовых растений. – М. : Россельхозакадемия, 2000. – 82 с.
7. Многовариантные ресурсо- и энергосберегающие технологии коренного улучшения основных типов природных кормовых угодий по зонам России : Рекомендации. – М., 2008.
8. Нечаева Н. Т. Антропогенная динамика пустынных биогеоценозов и пути восстановления их продуктивности / Н. Т. Нечаева, З. Ш. Шамсутдинов // Проблема антропогенной динамики биогеоценозов. VIII (Чтения памяти академика В. Н. Сукачева). – М. : Наука, 1990. – С. 31–53.
9. Ресурсосберегающие способы улучшения и использования сенокосов и пастбищ Поволжского района : Руководство. – М., 2011.
10. Уранов А. А. Фитогенное поле / А. А. Уранов // Проблемы современной ботаники. – Т. 1. – 1965. – С. 251–254.
11. Шамсутдинов З. Ш. Создание долголетних пастбищных экосистем в полупустынной зоне методом биогеоценоценологии / З. Ш. Шамсутдинов, Ю. И. Ионис, Н. З. Шамсутдинов // Кормопроизводство. – 2005. – № 12. – С. 7–9.
12. Шамсутдинов З. Ш. О теории экологической ниши и ее значение для совершенствования научных основ технологии экологической реставрации деградированных пастбищных экосистем в аридных зонах России и Центральной Азии / З. Ш. Шамсутдинов, Э. З. Шамсутдинова // Охрана биосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина : Материалы XXII Междунар. симп. – Симферополь. – 2013. – С. 418–428.
13. Шамсутдинов Н. З. Генетические ресурсы и проблемы селекции кормовых галофитов / Н. З. Шамсутдинов // Аридные экосистемы. – 2006. – № 12(30–31). – С. 103–113.
14. Шамсутдинова Э. З. Методы повышения полевой всхожести некоторых кормовых галофитов / Э. З. Шамсутдинова // Нетрадиционное растениеводство. Селекция и генетика. Эниология. Экология и здоровье : Материалы XVIII Междунар. научн. Симп. – Симферополь, 2009. – С. 467–472.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ФОСФОРА И КАЛИЯ

Подлесных Игорь Вячеславович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией противоэрозионной организации территории ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, *Россия*, г. Курск, podlesnich_igor@rambler.ru,

Зарудная Татьяна Яковлевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории противоэрозионной организации территории ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, *Россия*, г. Курск, vniizem@mail.ru.

Узкая лесная полоса влияет на распределение подвижных форм фосфора и калия в межполосном пространстве агроландшафта и снижает вынос биогенных веществ в гидрографическую сеть

Ключевые слова: лесная полоса, контурно-мелиоративное земледелие, водосбор, подвижные формы элементов, фосфор, калий.

INFLUENCE OF THE FOREST SHELTER BELTS ON THE DISTRIBUTION OF MOBILE FORMS OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM

Podlesnykh I. V., Zarudnaya T. Y.

The narrow forest shelter belt influences the distribution of mobile forms of phosphorus and potassium in interband space of an agrolandscape and the decrease of removal of biogenous substances in hydrographic network.

Key words: forest shelter belt, contour-ameliorative agriculture, watershed, mobile forms, phosphorus, potassium.

Лесополосы играют важную роль в адаптивно-ландшафтном земледелии, выполняя агроэкологические функции, прямо или косвенно воздействуя на почвы и почвенный покров, в целом на характер земледелия [1, 2]. В условиях расчлененного рельефа и развитой эрозии почв использование противоэрозионной организации территории в адаптивно-ландшафтной системе земледелия могут выступать узкие двухрядные лесные полосы с валом по нижней опушке и канавой между рядами. Это является эффективным средоформирующим средством агроландшафта. По исследованиям ВНИАЛМИ лесная полоса без гидротехнического усиления сокращает вынос биогенных веществ за пределы поля на 30,4 %, а усиленная валом-канавой – на 70,1 %. Важнейшим мероприятием в лесостепных районах ЦЧО по накоплению и сохранению влаги в почве с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур на склонах, является создание системы контурных лесных полос. Наиболее эффективны в этом отношении лесные полосы с валами-канавами.

Получение максимальных урожаев сельскохозяйственных культур и обеспечение их стабильности требует сохранения плодородия почв на определенном уровне и дальнейшего его повышения. С этой целью проводились исследования в ОПХ ВНИИЗиЗПЭ на опыте по оценке контурно-мелиоративного земледелия, на водосборе с уклонами от 0,5° в верхней части до 5° в нижней, где расположены три контурные узкие лесные полосы на расстоянии 216 м друг от друга. Лесные полосы состоят из двух рядов тополя бальзамического и канавы в междурядье с валом вынутаго грунта по нижней опушке.

Образцы почвы на стационарном участке с контурно-мелиоративной организацией территории отбирались в слое 0–40 см в летнее время в 2010, 2012, 2016 гг. В почве определяли подвижные формы фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) (по Чирикову) на расстоянии от средней лесной полосы вверх и вниз по склону (таблица 1).

Почвы содержат достаточное, но неравномерное количество этих питательных веществ в доступной форме.

Таблица 1 – Химические свойства почвы в зоне влияния лесной полосы в слое 0-40 см.

Год определения	Содержание химических элементов в почве $\text{мг}/100 \text{ г почвы}$	вверх от лесополосы, м					вниз от лесополосы, м				
		108	50	25	10	5	5	10	25	50	108
2010	K_2O	9,8	10,1	10,6	10,7	13,8	13,6	12,9	10,5	10,8	10,2
	P_2O_5	8,7	9,7	8,1	8,9	14,0	17,8	12,1	8,8	9,2	12,6
2012	K_2O	11,6	11,1	10,7	12,5	14,1	13,4	11,6	10,7	10,3	9,3
	P_2O_5	13,5	12,6	11,9	13,6	18,8	18,8	15,6	15,2	15,3	16,3
2016	K_2O	12,1	12,1	12,6	13,0	14,8	13,2	14,9	11,9	11,4	12,0
	P_2O_5	7,5	6,4	6,5	8,1	12,4	14,1	13,3	9,9	9,8	10,2

Под влиянием контурных лесных полос с валом канавой содержание подвижного фосфора выше и ниже лесной полосы в горизонте 0–40 см изменяется от повышенного до среднего ($6,4\text{--}18,8 \text{ мг}/100 \text{ г почвы}$).

В точках ниже и выше лесной полосы на расстоянии 5 м высокое содержание фосфора ($12,4\text{--}18,8 \text{ мг}/100 \text{ г почвы}$), а на расстоянии от 25 до 108 м оно падает до $6,4 \text{ мг}/100 \text{ г почвы}$. Хорошее и в достаточном количестве фосфорное питание не только значительно повышает урожай сельскохозяйственных культур, но улучшает его качество.

Содержание калия на всем водосборе колеблется от среднего до повышенного. Так, на расстоянии 5–10 м от лесной полосы фон K_2O в почве повышен и достигает $14,9 \text{ мг}/100 \text{ г почвы}$. В целом водосбор обеспечен обменным калием от повышенной до высокой группы, что составляет $9,8\text{--}14,9 \text{ мг}/100 \text{ г почвы}$, с выявленной закономерностью вверх и вниз по склону от лесной полосы.

Хорошо известно, что с атмосферными осадками поступает значительное количество различных химических веществ. Установлено, что зимние осадки характеризуются большей минерализацией по сравнению с летними [3]. По верхней и нижней опушке лесополосы в зимнее время образуются сугробы высотой от 40 до 100 см, что увеличивает поступление фосфора и калия в почву. Так же необходимо отметить, что на расстоянии 5–10 м от лесной полосы происходит основное накопление листового опада [4]. Все это объясняет повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия в шлейфовых зонах лесных полос на расстоянии 5,10 метров вверх и вниз по склону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куленкамп А. Ю. Лесополосы, землепользование и оценка земель / А. Ю. Куленкамп, А. Ю. Айдиев, В. П. Белобродов., С. А. Юдин, И. В. Замотаев, Д. В. Белобродова, А. Н. Курбатова // Общество почвоведов имени В. В. Докучаева : Сб. докладов науч.-практ. конф. Курского отделения МОО – Курск : ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – С. 153–158.
2. Брескина Г. М. Почвенные показатели чернозема в зависимости от степени антропогенной нагрузки / Г. М. Брескина // Аграрная наука сельскому хозяйству : Сб. докладов междунар. науч.-практ. конф. 7–8 февраля 2017 г. – Кн. 2. – Барнаул : РИО Алтайского ГАУС, 2017. – С. 402–404.
3. Демидов В. В. Миграция химических веществ со стоком талых вод / В. В. Демидов // Сб. докл. науч.-практ. конф. ВНИИЗиЗПЭ – Курск : ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2007. – С. 353–356.
4. Подлесных И. В. Влияние распределения побочной продукции и листового опада на динамику содержания гумуса в черноземных почвах / И. В. Подлесных, Т. Я. Зарудная, С. В. Надеин // Общество почвоведов имени В. В. Докучаева : Сб. докл. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – С. 252–256.

О ЛЕСАХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Исмангулова Патимат Мухтарахмедовна, магистрант, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», *Россия*, г. Астрахань, patimk_a@mail.ru

Кутлусурина Галина Васильевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», *Россия*, г. Астрахань, gkutlusrina@mail.ru

Астраханская область относится к малолесным районам Российской Федерации. Леса расположены небольшими обособленными участками, в основном по руслам рек и протоков в Волго-Ахтубинской пойме и дельте Волги, и представлены также противозрозионными защитными насаждениями. За последние годы площадь лесных насаждений снижается по ряду причин, главными из которых являются нарушения гидрологического стока, не контролируемый выпас скота и др. Для улучшения почвенно-ландшафтных систем и общего состояния экосистемы региона необходимо проведение лесомелиоративных мероприятий.

Ключевые слова: леса Астраханской области, пойменные леса, лесной фонд, агролесомелиоративные мероприятия, древесные породы.

FORESTS OF THE ASTRAKHAN REGION

Ismangulova P. M., Kutlusrina G. V.

The Astrakhan region belongs to the low forest regions of the Russian Federation. Forests are located in small isolated areas, mainly along river and channel channels in the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga delta, and are also represented by anti-erosion protective plantations. In recent years, the area of forest plantations is decreasing for a number of reasons, the most important of which are disturbances in hydrological flow, uncontrolled grazing, etc. Improvement of soil and landscape systems and the general state of the ecosystem of the region requires forest reclamation measures.

Key words: forests of the Astrakhan region, floodplain forests, forest fund, agroforestry measures, tree species.

Астраханская область занимает площадь более сорока тысяч квадратных километров равнинной поверхности Прикаспийской низменности, располагается в пределах полупустынной и пустынной природных зон, пересекаемых интразональным ландшафтом Волго-Ахтубинской поймы.

Породный состав лесов обусловлен климатическими, почвенными и гидрологическими условиями ландшафтных районов. На начало XXI в. лесистость области составляет 1,8 % и представлена пойменными и противозрозионными лесами. Климат и гидрологический режим обеспечивают стабильное произрастание в пойме естественных быстрорастущих ивовых и тополевых насаждений, общая площадь которых в целом является одной из крупнейших в Европе. В северной части Волго-Ахтубинской поймы имеются уникальные естественные дубравы. Они представляют исключительную ценность и самый южный ареал произрастания дуба черешчатого. Ясеновые насаждения появились здесь в XX в. в результате интродукции.

Для оценки состояния лесов и лесных насаждений Волго-Ахтубинской поймы в 2010 г. в особых экологических условиях проведены исследования с помощью космических снимков. На основе геоинформационного анализа результатов исследования территории пойменных лесов площадью 16294,2 га установлено существенное, более чем на 2000 га (по сравнению с 1981 г.), сокращение территорий особо ценных дубрав. Это связано с гибелью древостоя на корню, усыханием вершин или повреждением пожарами части дубравы, находившейся в удовлетворительном состоянии. Только 48,56 % древостоя находится в хорошем состоянии. Более половины пойменного леса соответствует рискованному, кризисному или бедственному состояниям.

Противозрозионные степные леса характерны для песчаных массивов с засухоустойчивой древесно-кустарниковой растительностью. В них преобладают вяз, саксаул, лох, имеются насаждения джужгуна (кандыма), тамарикса (гребенщика).

В целом лесной фонд Астраханской области включает 31 вид древесных и кустарниковых пород. Древесные породы занимают 80,8 % покрытых лесом земель, кустарники – 19,2 %. Ценными лесными породами на территории Астраханской области являются хвойные, твердолиственные, мягколиственные и прочие древесные породы, а также ивы кустарниковые и лох. И пойменные, и противозерозионные леса, находясь в экстремальных климатических, почвенных и гидролого-гидрогеологических условиях, испытывают негативные воздействия искусственного регулирования наполнения Волгоградского и других водохранилищ Волжского бассейна. Нарушение гидрологического режима, сокращение продолжительности паводков, засоление почв приводит к усыханию лесов.

Одним из основных условий повышения сельскохозяйственного потенциала могут стать агролесомелиоративные мероприятия. Создаваемые защитные лесные насаждения способствуют снижению эрозионных процессов, улучшению гидротермического режима, увеличивают снегозадержание и поглощение излишков углекислого и других парниковых газов. Их следует рассматривать и как multifunctional, долговременный фактор охраны окружающей среды.

Основным методом создания лесных защитных насаждений является посадка различных видов древесного материала, наиболее устойчивого в сложных агроклиматических условиях. Долгосрочной программой, принятой правительством Астраханской области на период 2014–2020 гг. предусмотрены, в том числе, фито- и лесомелиоративные мероприятия по закреплению песков в трех административных районах области на площади 9,4 га. В текущем периоде основным способом при посадке и лесовыращивании рекомендуется максимально возможное сохранение на лесокультурных площадях имеющегося естественного возобновления, даже если оно имеет незначительный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1 Зволинский В. П. Проблемы рационального природопользования аридных территорий юга России / Научно-производственное обеспечение инновационных процессов в орошаемом земледелии Северного Прикаспия / В. П. Зволинский, Т. В. Воронцова, Н. В. Тютюма // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – 20–25 с.

2 Кулик К. Н. Геоинформационный анализ деградационных процессов в пойменных ландшафтах / Научно-производственное обеспечение инновационных процессов в орошаемом земледелии Северного Прикаспия / В. П. Зволинский, Т. В. Воронцова, Н. В. Тютюма, А. С. Рулев, В. Г. Юферев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – 8–14 с.

3 Кутлусурина Г. В. Почвенно-гидрологическая характеристика Астраханской области для обоснования мелиоративного районирования // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации / А. А. Токарева – М. : Изд. Российский НИИ проблем мелиорации (Новочеркасск). – 2016. – № 2 (22). – 128–147 с.

4 Пилипенко В. Н. Флора и растительность Астраханского края / Природа, прошлое и современность Астраханского края / В. Н. Пилипенко, А. М. Липчанский, Э. И. Бесчетнова – М. : Изд. Астрахань «Типография «НОВА», 2008. – 77–111 с.

УДК 630*23

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСОПОЛОС В УКРАИНЕ

Бавровская Наталия Михайловна, кандидат экономических наук, доцент кафедры земельного кадастра, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина, г. Киев, natali_bavrovska@ukr.net

В статье проведен анализ проблем, связанных с использованием и охраной полезащитных лесных полос в Украине.

Ключевые слова: полезащитные лесополосы, эрозия, агроландшафт, лесомелиорация.

PROBLEMS OF CONSERVATION PROTECTIVE FOREST BANDS IN UKRAINE

Bavrovska N. M.

The article analyzes the problems associated with the use and protection of field-protective forest bands.
Keywords: protective forest bands, erosion, agricultural landscape, forest logging.

В Украине пахотные земли, составляют около 78 % сельскохозяйственных угодий, на которых не обеспечивается соблюдение оптимальных параметров экологических и социально-экономических функций территорий, отсутствуют системные мелиоративные и противоэрозионные мероприятия. Эти действия способствуют обострению экологических проблем функционирования современных агроландшафтов.

Значительное место в системе противоэрозионных мероприятий приходится на защитные лесные насаждения. Положительное влияние лесных насаждений проявляется не только в защите почвы от эрозии, но и способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Каждый гектар лесопосадок защищает около 25–30 га пашни.

Полезащитные лесные полосы – это искусственные насаждения, которые разграничивают массивы пашни, выполняя климаторегулирующие, почвозащитные и водоохранные функции (таблица 1) [1]. Полезащитные лесные полосы в Украине создавались как элемент комплекса агротехнических мероприятий для обеспечения промышленного выращивания сельскохозяйственных культур на массивах пашни.

Таблица 1 – Экологическая эффективность защитных лесных насаждений

Основные показатели	Открытая территория	Агроресоландшафт
Запасы воды в снеге, мм	70–80	110–120
Всасывания воды в почву, мм	58–63	100–108
Поверхностный сток, мм	19–20	6–7
Смыв почвы, м ³ / га	3,0–4,0	0,5–0,7
Суммарное испарение влаги за вегетационный период, мм	750–760	625–640
Относительная влажность воздуха в 13:00 в июле, %	25–28	30–34
Относительная влажность воздуха в засушливые годы, %	14–15	20–22

Отсутствие лесополос способствует интенсивному перемещению воздушных масс в зимний и весенне-зимний период, является основной причиной эрозии почвы – процесса выветривания плодородного слоя и неравномерного его перераспределения. Кроме того, значительный ущерб наносится озимым сортам зерновых культур вследствие неравномерного распределения снежного покрова и вымораживание центральных частей поля зимой [3]. Проблема неэффективной защиты сельскохозяйственных угодий защитными лесными насаждениями линейного типа в Украине обусловлена:

- ухудшением лесоводческого состояния защитных лесных насаждений линейного типа, уменьшением их площади, ослаблением защитных и мелиоративных функций;
- неэффективностью конструкций указанных насаждений, уменьшением их мелиоративного влияния на сельскохозяйственные угодья;
- отсутствием завершенных систем защитных лесных насаждений линейного типа;
- применением упрощенных технологий в земледелии, ослабляющих мелиоративное влияние защитных лесных насаждений линейного типа на сельскохозяйственные угодья;
- уменьшением объема создания агролесомелиоративных насаждений за последние десятилетия [3].

При оптимальной полеззащитной лесистости 3–4,5 % в зависимости от природно-климатической зоны в Украине средняя составляет 1,3–1,5 %. Поэтому, для надежной защиты агроландшафтов площадь полеззащитных лесных насаждений в Украине должна быть увеличена в 2–3 раза [1].

Применение основных концептуальных положений агролесомелиорации должно обеспечить значительный эколого-экономический эффект: повышение урожайности, дополнительное увлажнение территории, охрана земель от эрозии, увеличение биологического разнообразия, улучшения условий существования фауны и проживание местного населения, снижение уровня заболеваемости, а при условии создания защитных лесных насаждений разных пространственно-целевых форм в полном объеме – обеспечение активного воздействия на региональные микроклиматические условия.

Для улучшения состояния агролесомелиорации в Украине необходимо разработать программу, которая предусматривала бы решение следующих основных задач:

- урегулирование вопросов подчинения и содержания существующих защитных лесных насаждений с четко определенными источниками финансирования для проведения необходимых лесных мероприятий, а также завершения этапа передачи агролесомелиоративных насаждений в постоянное и временное пользование предприятиям, фермерским хозяйствам и другим пользователям;

- защитные лесные насаждения на землях сельскохозяйственного назначения должны быть в собственности хозяев земель;

- проведение инвентаризации защитных лесных насаждений: законодательное закрепление проведения инвентаризации защитных лесных насаждений различного целевого назначения не реже одного раза в 5 лет в полевых насаждениях и 10 лет в лесомелиоративных защитных насаждениях;

- нужно предусмотреть организацию работ по проведению постоянного лесомелиоративного мониторинга за состоянием и эффективностью защитных лесных насаждений, в первую очередь в регионах с большими антропогенными и техногенными нагрузками;

- разработка научно обоснованной Государственной программы развития лесных мелиораций в стране до 2025 г. [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ дополнительных источников древесного топлива в Украине / Аналитическая записка БАУ № 15, – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.uabio.org/activity/uabio-analytics

2. Аналитическая записка о возможности комплексного законодательного урегулирования проблемы сохранения полевых лесополос и других линейных лесонасаждений. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lisportal.org.ua/project-post/82721/>

3. Лукиша В. В. Экологические функции полевых лесных насаждений // Экологические науки. – 2013. – № 2. – С. 56–64. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecoj.dea.gov.ua/wp-content/uploads/2013/02/shelter.pdf>

Об одобрении Концепции развития агролесомелиорации в Украине / Распоряжение Кабинета Министров Украины от 18 сентября 2013 г. № 725 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/725-2013-%D1%80>

УДК 631.613+627.83

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

Зубов Алексей Рэмович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Украина, г. Луганск, zubov-home@mail.ru

В статье показана высокая гидромелиоративная и почвозащитная эффективность различных типов противоэрозионных гидротехнических сооружений и лесных полос при их комплексном использовании.

Ключевые слова: агроландшафт, эрозия почв, стокорегулирующие лесные полосы, противоэрозионные гидротехнические сооружения.

THE EFFICIENCY OF THE ANTI-EROSION HYDROTECHNICAL CONSTRUCTIONS IN THE SYSTEM OF THE FOREST SHELTERBELTS

Zubov A. R.

In the article the high hydromeliorative and soil control efficiency of different types of anti-erosion hydrotechnical constructions and runoff regulating forest shelterbelts at their separate and complex using is shown.

Keywords: agrolandscape, soil erosion, runoff regulating forest shelterbelts, anti-erosion hydrotechnical constructions.

Одной из важнейших народнохозяйственных задач любой страны является защита почвенного покрова ее сельскохозяйственных угодий от эрозии, поскольку от решения этой задачи в большой степени зависит обеспечение продовольственной безопасности. В Российской Федерации водной эрозии подвержено 17,8 % площади сельскохозяйственных угодий, или 39,3 млн га. Ежегодный ущерб от эрозии оценивают примерно в 10 % дохода, произведенного сельским хозяйством. На территории Украины площадь эродированных сельхозугодий составляет 13,9 млн га (33,2 % их общей площади), ежегодные потери растениеводства от эрозии колеблются от 9 до 12 млн т зерн. ед. Среднегодовой смыл почвы составляет здесь свыше 15 т/га [2].

Наиболее научно обоснованным и признанным в Украине и России средством формирования экологически устойчивых агроландшафтов является внедрение почвозащитной контурно-мелиоративной системы земледелия. Как известно, она предусматривает разделение всех пахотных земель на три эколого-технологические группы по типу их использования, границы между которыми, а также между севооборотами, полями и рабочими участками максимально приближают к направлению горизонталей и фиксируют на местности с помощью мероприятий постоянного действия в виде стокорегулирующих лесных полос, различных земляных валов и других линейных рубежей [3].

Общемелиоративная роль лесных полос и их влияние на продуктивность агроландшафтов хорошо известна, и для условий Донбасса обобщена нами в работе [1]. Однако намного менее изученной остается влияние лесных полос на функционирование других мероприятий постоянного действия.

С 1982 г. нами в опытном хозяйстве “Ударник” Института охраны почв УААН (г. Луганск) изучалась эффективность противозерозионных валов-террас и валов-каналов в системе стокорегулирующих лесных полос. Одним из объектов исследований (опыт № 1) стал агроландшафт площадью 80 га, расположенный на восточном склоне водосбора реки Ольховая с системой контурно-параллельных валов-каналов и двурядных лесополос с валом-каналом в междурядье. Крутизна склона в пределах опыта 3–5°, расстояние между лесополосами 150–200 м, между валами-каналами – 50 м.

Научно-производственный опыт № 2 (17 га) включал стокорегулирующую лесную полосу, усиленную валом-траншеей по нижней опушке, с такими вариантами на нижерасположенном поле: почвозащитная агротехника (ПА) – контроль; ПА + контурно-параллельные валы-каналы, размещенные через 80 м; ПА + контурно-параллельные валы-террасы через 80 м; ПА + контурные валы-каналы через 40–80 м. Длина склона 300 м, крутизна 2–3°.

Валы-террасы напаханы плугом обычного назначения, а валы-каналы сформированы плантажным плугом и представляют собой валы высотой 0,3–0,4 м, совмещенные с водопоглощающими канавами глубиной 0,5 м с поперечными земляными перемычками. Контурные сооружения расположены строго по горизонталям, контурно-параллельные – с максимальным приближением к ним, но со спрямлением в ложбинах и параллельно друг другу.

Исследования показали, что лесополосы, валы-каналы и валы-террасы, имеют значительный гидромелиоративный эффект, обусловленный поглощением вод поверхностного стока, предотвращением выдувания снега в пределах зон их влияния и задержанием снега, сдуваемого с незащищенных участков склона. В среднем за 9 лет зона влияния лесных полос на снегоотложение была кратной 15,5–16,5 Н (Н – высота лесной полосы): 6,8–7,6 Н вверх и

7,9–9,7 Н вниз по склону. Высота снега в шлейфовой зоне была в среднем на 11,4 см больше, чем в открытом поле. В ней дополнительно накапливалось значительное количество влаги: 30,8–47,2 мм. Ширина зоны шлейфов от валов-каналов в среднем составляла 14,1 м. Дополнительное накопление влаги в ней – 24,4 мм. Сохранность влагозапасов в открытых полях равнялась 60,5 %, а в системах лесополос и ПЭГТС – 86,7 % от слоя осадков. Дополнительное накопление влаги в этих системах равнялось 22 мм. Ширина зоны влияния валов-каналов на влагозапасы в метровом слое почвы на начало вегетационного периода в среднем составляла 9,5 м, дополнительное накопление влаги в ней – 16,7 мм. Для валов-террас вышеназванные показатели равнялись соответственно 11,3 м и 21 мм.

Эффективность лесных полос начинает проявляться уже с первых лет их жизни. Так, если на третий год после посадки эффективность двухрядных лесополос с валом-канавой в междурядье ненамного превышала эффективность валов-каналов, то уже на четвертый год она резко повысилась. Ширина зоны их влияния на влагозапасы в метровом слое почвы достигла 14 Н, дополнительное накопление влаги в среднем по зоне влияния – 40 мм. На седьмой год жизни лесополос впервые проявился системный эффект, то есть зоны влияния лесополос и валов-каналов сомкнулись. Результатом функционирования данной противозерозной инженерно-биологической системы стокорегулирующих рубежей было повышение влагозапасов на 27,3 мм на всем поле, а в среднем за 1984–1997 гг. – на 8,7 мм. Прибавка урожая в кормовых единицах на вариантах с валами-канавами в среднем за девять лет (с 1983 по 1991 гг.) равнялась 3,4 ц/га, на варианте с валами-террасами – 2,7 ц/га. Срок окупаемости капиталовложений в строительство валов-каналов оказался равным одному году, валов-террас – 11 лет.

Эффективность линейных рубежей значительно повышается, если учесть их почвозащитную роль. В среднем за 1985–1989 гг. в условиях почвозащитного севооборота на опыте № 2 годовые потери почвы от стока ливневых и талых вод на контрольном варианте составляли 9,3 т/га. Валы-террасы снизили смыв в 6,7 раза, контурные валы-каналы – в 3,6 раза, контурно-параллельные – на 18 %.

Важной особенностью всех видов гидросооружений является их почвоаккумулирующий эффект. В прудах валов-террас и контурных валов-каналов откладывалась практически вся смытая почва (95–100 %). Даже на варианте с контурно-параллельными валами-канавами отчуждение почвы за пределы поля было вдвое меньше, чем на контроле.

Таким образом, противозерозные гидротехнические сооружения и лесные полосы на склоновых землях играют незаменимую гидромелиоративную и почвозащитную роль в системе контурно-мелиоративного земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубов А. Р. Влияние лесных полос на продуктивность агроландшафтов Донбасса / А. Р. Зубов // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института, Волгоград, 19–23 сентября 2016 г. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2016. – С. 113–117.
2. Лисецкий Ф. Н. Современные проблемы эрозиоведения / Ф. Н. Лисецкий, А. А. Светличный, С. Г. Черный / Под ред. А. А. Светличного. – Белгород: Константа, 2012. – 456 с.
3. Тарарико А. Г. Агроэкологические основы почвозащитного земледелия / А. Г. Тарарико. – Киев: Урожай, 1990. – 184 с.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА ДРЕВОСТОЯ В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ПОЛОСАХ С УЧАСТИЕМ БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH)

Грибачева Олеся Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», Украина, г. Луганск, olesya_koraneva_78@mail.ua

Полезашитная полоса в окрестностях с. Золотарёвка представлена древостоем второго поколения как семенного, так и порослевого происхождения. Главная древесная порода (эдикатор) представлена березой повислой (*Betula pendula* Roth), высаженной рядами – 5 рядов. Полоса неоднородна по древесной породе, хотя изначально она создавалась только из березы повислой. В первой трети лесополосы в 1-м вертикальном ярусе береза повислая чередуется с кленом остролистным, а далее в средней части произрастает береза повислая.

Ключевые слова: полезашитная полоса, с. Золотарёвка, пространственная структура, *Betula pendula* Roth.

THE MAIN REGULARITIES OF TREE STAND GROWTH SHELTERBELTS WITH THE PARTICIPATION OF *BETULA PENDULA* ROTH

Gribachova O. V.

The forest shelterbelt in the neighborhood of Zolotaryovka village is presented by second generation forest stand of both seed and vegetative origin. The principle timber species (edificator) is presented by silver birch (*Betula pendula* Roth), which is planted in 5 rows. The shelterbelt is inhomogenous in its wood species, although initially it was formed out of silver birch alone. In the first third of the forest belt, in the 1st vertical layer the silver birch intersperses with Norway maple and further on, in the middle part the silver birch grows solely. The principle timber species in the second forest belt is Norway maple (*Acer platanoides* L.).

Key words: forest shelterbelt, Zolotaryovka, space structure.

Известно, что полезашитное лесоразведение проводят на землях сельскохозяйственного пользования с целью их защиты от воздействия абиотических и биотических факторов – суховеев, засух, эрозии почв, а также – антропогенных. Для этого создают взаимосвязанную систему полезашитных лесных полос. Созданные на открытых сельскохозяйственных угодьях, они превращают агроландшафт в лесоаграрный, существенно обогащая его, изменяя экологические условия выращивания сельскохозяйственных культур; улучшают состояние кормовых угодий, положительно влияют на продуктивность скота, птицы, условия работы аграриев; способствуют созданию благоприятного водного режима и сохранению почвенного плодородия [1]. Замена в степи открытого сельскохозяйственного ландшафта лесоаграрным приводит к формированию качественно новой экосистемы.

Для исследования пространственной структуры полезашитной полосы были заложены пробные площади в соответствии с ОСТ56-69-83, на которых изучали: видовой состав древесно-кустарниковой и травянистой растительности, сплошную перечислительную таксацию древостоя [2].

Полезашитная полоса, пространственную структуру которой изучали, расположена в Станично-Луганском районе Луганской области (Украина), в окрестностях с. Золотарёвка (в 65 км от г. Луганска). Географические координаты расположения села – 48.90417° N (координаты северной широты), 39.79361° E (координаты восточной долготы). Протяженность полезашитной полосы составляет 1 км вдоль агроценоза с участием подсолнечника масличного (*Helianthus annuus* L.), направление – с юга на север. Главная древесная порода (эдикатор) представлена березой повислой (*Betula pendula* Roth), высаженной рядами – 5 рядов.

Полоса неоднородна по древесной породе, хотя изначально она создавалась только из березы повислой. В первой трети лесополосы в 1 вертикальном ярусе береза повислая чередуется с кленом остролистным, а далее в средней части произрастает береза повислая. Объяснение этому может быть структура второй лесополосы, расположенной перпендикулярно первой, северо-восточное направление. Главной древесной породой во второй лесополосе является клён остролистный (*Acer platanoides* L.). В точке контакта растений указанных це-

нозов, несмотря на наличие разрыва для работ техники, наблюдается смешение этих пород в первой полезащитной полосе, т.е., клен остролистный вытесняет другие виды указанного ценоза, в том числе и берёзу повислую. Таким образом, клен остролистный ведёт себя агрессивно по отношению к дендрофлоре первой лесополосы, вытесняя другие виды. Его плотная крона затеняет другие растения и выделяет токсины, изменяя состав почвенной микрофлоры и грибов. Корневая система клёна хорошо развита в поверхностном горизонте и не даёт возможности развиваться другим породам, забирая у них питательные вещества.

Как известно, продуктивность насаждений зависит от лесорастительных условий. При благоприятных условиях древостои накапливают большой запас древесины. В данном случае большой запас древесины берёзы повислой наблюдается в пятом ряду, где берёза достигает в диаметре $25,2 \pm 8,37$ см (таблица 1). Пятый ряд располагается на северо-западной стороне, то есть с подветренной стороны полезащитной полосы где наблюдается зона затишья. Полезащитные лесные полосы уменьшают скорость ветра с подветренной стороны на расстоянии равном 25–30-кратной их высоте. Высота берёзы повислой в полезащитной полосе составляет от 15,0 до 20,0 м, а клёна остролистного – от 12,0 до 17,0 м.

Таблица 1 – Таксационное описание лесополосы с эдификатором *Betula pendula* L.

Древесная порода	Количество, шт.		Диаметр, см	
	деревьев	пней	деревьев	пней
Первый ряд				
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i>)	9	7	$16,7 \pm 4,65$	$31,5 \pm 9,3$
Клён остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	14	–	$23,8 \pm 10,4$	–
Дуб обыкновенный (<i>Quercus robur</i>)	–	2	–	21,5
Второй ряд				
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i>)	7	10	$18 \pm 3,5$	$23,7 \pm 5,8$
Клён остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	13	–	$20,5 \pm 7,3$	–
Пятый ряд				
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i>)	12	10	$25,2 \pm 8,37$	$24,7 \pm 3,44$
Клён остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	9	–	$22,1 \pm 6,35$	–
* – отсутствие экземпляров с данными параметрами				

Плодам клёна остролистного труднее проникнуть в 5-й ряд первой лесополосы, в связи с чем численность клёна остролистного в этом ряду уменьшается до 9 шт. (хотя этот показатель по критерию Стьюдента не является достоверным). Кроме этого, в первой трети лесополосы произрастает терн колючий (*Prunus spinosa* L.), обилие которого по шкале Друде в первой трети лесополосы составляет 30–50 % (cop1).

В первой полезащитной полосе в 1–2-м ряду преобладает берёза повислая I класса Крафта. Деревьев берёзы повислой V класса Крафта в указанных рядах не обнаружено. В 1 и 2-м рядах нами отмечен обильный подрост вишни магалебки (*Prunus mahaleb* L.).

Таким образом, изучив пространственную структуру и видовое разнообразие растений всех жизненных форм полезащитных полос с. Золотарёвка (Станично-Луганский район Луганской области), можно сделать вывод о необходимости рассмотрения данных экосистем в созологическом аспекте. Кроме того, полезащитные полосы в указанном районе исследований являются необходимым элементом лесоаграрного ландшафта, так как сельскохозяйственные угодья интенсивно используются для выращивания подсолнечника масличного, сахарной кукурузы, пшеницы озимой и ярового рапса. Они существенно влияют на ветровой режим и температуру приземного слоя почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родин А. Р. Лесомелиорация ландшафтов : учебное пособие для вузов / А. Р. Родин, С. А. Родин, С. Л. Рысин. – 4-е изд. доп. испр. – М. : МГУЛ, 2002. – 127 с.
2. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки : ОСТ 56-69–83. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 60 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Лобойко Владимир Филиппович, заслуженный эколог РФ, президент ОО "ВрЭА им. И. М. Шабуниной", доктор технических наук, профессор ФБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, *Россия*, г. Волгоград, loboykovf@yandex.ru

Сарычев Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской Академии Наук, *Россия*, г. Волгоград, zeit1@yandex.ru

Вдовенко Анастасия Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, *Россия*, г. Волгоград, anastasiya.vdovenko@mail.ru

В статье изложены материалы исследований комплексного влияния различных технологий обработки светло-каштановой почвы и полезащитных лесных насаждений на рост и развитие озимой пшеницы. Установлено, что запасы продуктивной влаги на межполосной клетке распределены неравномерно и сильно варьируют в зависимости от удаленности от лесной полосы и технологии обработки почвы. Наибольший весенний влагозапас в условиях агролесоландшафта формируется при обработке почвы комбинированным агрегатом АПК-6 в зоне от 5 до 15 Н от ПЗЛП. Исследования микробиологической активности почвы показали, что активность почвенной микробиоты возрастает по мере приближения к полезащитной лесной полосе, что обусловлено наличием доступной влаги в почве. Наиболее высокая активность почвенных микроорганизмов зафиксирована на расстоянии 10 Н от лесной полосы, – зависимости от технологии обработки почвы на посевах озимой пшеницы она составила 24,15–33,76 %. Урожайность зерновых культур на межполосном пространстве находится в зависимости от расстояния от лесной полосы и обработки почвы.

Ключевые слова: агролесоландшафт, полезащитная лесная полоса, озимая пшеница, яровой ячмень, обработка почвы.

THE EFFECTIVENESS OF SHELTERBELTS IN ARID CONDITIONS VOLGOGRAD REGION

Loboyko V. F., Sarychev A. N., Vdovenko A. V.

Data for study of complex influence of various technologies light-chestnut soil treatment and of field-protective forestations on serials growth and development are expounded in the paper. It is defined that productive moisture reserves on an inter-stripe cell are distributed unevenly and strongly vary depending on the remounts from a forest belt and soil treatment technology. The greatest spring moisture reserve in the conditions of agroforest landscape in a zone between 5 and 15 H away from FPFB. Soil microbiological activity increases as approaching to a field-protective forest belt by reason of accessible moisture presence in soil. The greatest activity of soil microorganisms has been noted at 10 H distance from the forest belt. Depending on soil treatment technology, it was equal to 24,15–33,76 % on a winter wheat sowing area. Cereal crops yield on the inter-stripe space depends on the distance from the forest belt and the soil treatment.

Keywords: agroforestry, forest shelter belt, winter wheat, spring barley, soil cultivation.

Введение. Площадь пахотных земель в Волгоградской области составляет 5717,3 тыс. га. По размеру посевных площадей в РФ область занимает десятое место – 2988.0 тыс. га (3,8 % от всех посевных площадей в России). Около 48 % земельных угодий в области являются дефляционно опасными [5]. При таком количестве дефляционно опасных территорий проявление пыльных бурь носит регулярный характер. Наиболее мощные пыльные бури на территории области были зафиксированы в 1969, 1972, 1975, 1984 и 2015 гг. Таким образом, возделывание сельскохозяйственных культур должно включать в себя в обязательном порядке применение почвозащитных и продиводефляционных агролесомелиоративных мероприятий.

Для эффективного ведения сельскохозяйственного производства требуется порядка 774 тыс. га искусственных защитных лесонасаждений, фактически создано только 203,2 тыс. га, или 26 % от необходимого количества [10]. Однако в последние десятилетия тенденций по увеличению площади защитных насаждений не наблюдается, а наоборот, про-

слеживается снижение площади искусственных посадок, поскольку происходит их естественное старение и они подвергаются интенсивному антропогенному воздействию.

Помимо почвозащитного эффекта полезащитные лесные полосы благоприятно влияют на водный, температурный и пищевой режимы почв, условия произрастания сельскохозяйственных растений, являются местом обитания диких животных [1, 4, 6, 8, 9, 11].

Методика и объекты исследований. В рамках комплексных исследований нами был заложен полевой опыт по изучению влияния защитных лесных насаждений на условия произрастания и продуктивность озимой пшеницы. Опыт был заложен на территории Котельниковского района Волгоградской области.

Схема опыта: *Фактор А: Агроландшафт*

I. Открытое поле (ОП) (контроль).

II. Поле, защищенное лесополосой (ПЗЛП) (удаленность от лесной полосы 1,5 Н (высота ЛП), 5Н, 10Н, 15Н, 25Н, 35Н).

Фактор В: Обработка почвы:

I. Отвальная вспашка.

II. Мелкое плоскорезное рыхление.

III. Дискование.

IV. Комбинированная обработка.

Исследования велись в зернопаровом трехпольном севообороте по следующей схеме: пар–озимая пшеница–яровой ячмень. Полезащитные лесные полосы из вяза приземистого, трехрядные, средняя высота 9,5 м. Почвенный покров представлен светло-каштановыми тяжелосуглинистыми почвами с низким содержанием азота и фосфора, повышенным содержанием калия, количество гумуса 1,8 %.

Климат характеризуется как резко континентальный, с холодной малоснежной зимой, жарким засушливым летом. Как показали наблюдения, среднегодовая температура воздуха за период с 2008 по 2016 г. колебалась от 8,7 (2011 г.) до 10,9 °С (2010), количество выпавших осадков за год от 226,6 (2012) до 408,0 мм (2016), количество осадков за вегетацию (апрель–июнь) варьировало от 65,5 мм в 2013 г. до 198,0 мм в 2016 г. ГТК периода вегетации (среднее апрель–июль) 2013 г. – 0,28; 2014 – 0,43; 2015 – 0,38; 2016 – 0,86; 2017 – 0,60.

В рамках данной статьи представлены данные за 2013–2017 гг. Для получения данных использовались общепринятые методики отбора и анализа проб растений и почвенных образцов [2]. Полученные результаты обрабатывались методами математической статистики [3].

Результаты исследований.

Из-за почвенно-климатических условий южные районы Волгоградской области относятся к зоне рискованного земледелия. С одной стороны, на величину урожайности сельскохозяйственных культур влияет крайне низкая обеспеченность необходимыми элементами питания (азот, фосфор), которую можно регулировать внесением минеральных и органических удобрений, а с другой стороны, наличие влаги в почве и интенсивность выпадения осадков во время вегетации сельскохозяйственных культур. Последний фактор является основным лимитирующим условием гарантированного получения урожая.

Исследования показали, что полезащитные лесные полосы и технологии возделывания оказывают прямое влияние на величину содержания доступной влаги в почве. Так, в фазу возобновления вегетации озимой пшеницы в засушливые 2013, 2015 гг. в среднем на межполосном пространстве содержание доступной для растений влаги варьировало от 69,0 до 94,9 мм в зависимости от системы обработки почвы. В то же время на поле без защитных насаждений этот показатель равнялся 58,7–82,4 мм. В благоприятные по увлажнению годы (2014, 2016, 2017) на межполосном пространстве (МПП) содержание влаги составляло от 114,3 до 136,9 мм, на поле без ПЗЛП – от 103,3 до 119,6 мм. Кроме того, было установлено, что распределение влаги в пределах межполосного пространства неоднородно. В зонах от 1,5 до 15 Н происходит большее накопление влагозапасов, чем на расстояниях, превышающих 25 Н. Это обусловлено, прежде всего, формированием так называемых снежных шлейфов в зимний период, которые способствуют увеличению запасов влаги в почве. Эта особенность межполосного пространства наблюдается на протяжении всего вегетационного периода сельскохозяйственных растений.

К фазе колошения опытный участок с защитными насаждениями был обеспечен влагой также в большей степени, чем поле без ПЗЛП.

В 2013 и 2015 гг. содержание влаги на поле с ПЗЛП составило от 35,5 до 52,3 мм, на поле без ПЗЛП 31,9–44,3 мм. В 2014, 2016 и 2017 гг. величина влагозапасов составляла в среднем на защищенном агроландшафте 67,6–83,4 мм, без ПЗЛП 59,2–73,4 мм.

В тесной связи с содержанием продуктивной влаги в почве находится такой показатель, как общая микробиологическая активность почв. В наших исследованиях мы применяли метод распада льняных полотен. Анализ полученных данных показывает, что в тех зонах межполосного пространства, где содержится больше всего влаги, происходит более интенсивное разложение льняного полотна. Это наблюдается в зонах на расстоянии до 15 Н от ПЗЛП. На расстояниях свыше 25 Н разложение льняного полотна незначительно превышает значения, полученные на поле без лесных полос. Также на активность почвенной микробиоты оказывают сложившиеся погодные условия, в засушливые годы их активность снижается. Так, например, в засушливом 2013 г. на варианте с применением агрегата для комбинированной обработки почвы распад льняного полотна варьировал в пределах МПП от 29,3 (35Н) до 33,5 (5Н) %, что в среднем составляет 31,04 %, а на поле без лесных полос распад составил 29,13 %. Во влажном 2016 г. этот показатель был выше: на межполосном пространстве распад полотна изменялся от 31,76 (35Н) до 34,31 (5Н) %, в среднем на МПП 33,08 %, на поле без ПЗЛП 31,5 %.

Эффективность того или иного агроприема или мероприятия оценивается величиной полученного урожая возделываемой в опыте культуры (таблица).

В наших опытах урожайность озимой пшеницы варьировала в значительных пределах в зависимости от погодных условий, удаленности от ПЗЛП и применяемой обработки почвы. Продуктивность посевов озимой пшеницы в целом отражала распределение запасов продуктивной влаги на межполосном пространстве. Наибольшая урожайность была получена на расстоянии от 5 до 15 Н от ПЗЛП, где содержалось больше всего доступной влаги в течение всей вегетации. В благоприятные годы по увлажнению сбор с 1 га в этих зонах достигал 2,9–4,1 т/га в зависимости от обработки почвы, в засушливые годы – 0,65–1,78 т/га. Наименьшая урожайность была получена в зоне до 1,5 Н от ПЗЛП. Снижение урожайности в указанной зоне обусловлено, по нашему мнению, рядом причин: непродуктивный расход влаги на потребление влаги деревьями ПЗЛП, поскольку их корневая система распространяется в поле на расстояние до 20 м, часть доступных элементов питания потребляется деревьями. В результате этого урожайность сельскохозяйственных культур в указанной зоне ниже более чем в 2–2,5 раза по сравнению с другими зонами. Даже в благоприятные годы урожайность в этой зоне не превышала 2,2 т/га, а в засушливые 0,8 т/га. Урожайность озимой пшеницы на расстоянии свыше 25 Н была примерно равна значениям, полученным на поле без защитных насаждений. Тем не менее, несмотря на наличие так называемой депрессионной зоны, полезащитные лесные полосы способствуют повышению урожайности возделываемых культур как в засушливые, так и в благоприятные по увлажнению годы по сравнению с полевыми севооборотами, где нет защитных насаждений.

Таблица – Урожайность озимой пшеницы, т/га

Основная обработка	Агроландшафт	Засушливые годы			Влажные годы			
		2013	2015	Среднее за 2013, 2015 гг.	2014	2016	2017	Среднее за 2014, 2016, 2017 гг.
Отв. вспашка	Среднее на МПП*	0,9	1,28	1,09	2,39	2,78	3,29	2,82
	Поле без ПЗЛП*	0,82	1,22	1,02	2,2	2,53	2,93	2,55
Мелк. плоскор. рыхление	Среднее на МПП	1,01	1,19	1,10	2,52	2,62	3,00	2,72
	Поле без ПЗЛП	0,97	1,09	1,03	2,30	2,23	2,64	2,39
Дискование	Среднее на МПП	0,61	0,93	0,77	2,01	2,21	2,76	2,32
	Поле без ПЗЛП	0,57	0,92	0,74	1,85	2,11	2,49	2,15
Обработка почвы комб. агрегатом	Среднее на МПП	1,07	1,36	1,21	2,68	2,87	3,43	2,99
	Поле без ПЗЛП	1,05	1,29	1,17	2,35	2,63	3,18	2,72

Фактор В – Технология обработки почвы, 2013 г. НСР₀₅ общая 0,08. Фактор А – 0,03, Фактор В – 0,04, АВ – 0,03; 2014 г. НСР₀₅ общая 0,18. Фактор А – 0,06, Фактор В – 0,09, АВ – 0,05; 2015 г. НСР₀₅ общая 0,09, Фактор А – 0,03, Фактор В – 0,05, АВ – 0,03; 2016 г. НСР₀₅ общая 0,28. Фактор А – 0,09, Фактор В – 0,14, АВ – 0,08; 2017 г. НСР₀₅ общая 0,16. Фактор А – 0,06, Фактор В – 0,08, АВ – 0,06. *МПП – межполосное пространство, ПЗЛП – полевая защитная лесная полоса.

Выводы. На территории с недостаточной влагообеспеченностью полевые защитные лесные полосы способствуют увеличению влагозапасов в почве. При этом на межполосном пространстве формируется неоднородный водный режим. Наилучшие условия по влагообеспеченности формируются на расстоянии, не превышающем 15 м от ПЗЛП. Такая особенность водного режима в свою очередь оказывает влияние на засоренность и продуктивность возделываемой культуры. Установлено, что в подзоне светло-каштановых почв наиболее оптимальными обработками почвы являются отвальная вспашка и обработка почвы комбинированным орудием, которые позволяют получать больший урожай по сравнению с мелким плоскорезным рыхлением и дискованием как в условиях агролесоландшафта, так и на поле без защитных насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волошенкова Т. В. Влагообеспеченность и структура урожая зерновых культур в агролесоландшафтах засушливой зоны центрального Предкавказья / Т. В. Волошенкова // Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия: поиск новой модели (к 90-летию академика РАСХН Е. С. Павловского) : материалы Междунар. науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2013. – С. 74–78.
 2. Гречин И. П. Практикум по почвоведению / И. П. Гречин [и др.]. – М. : Колос, 1964. – 423 с.
 3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 4. Захаров В. В. Агролесомелиоративное земледелие / В. В. Захаров, В. М. Кретинин. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2005. – 217 с.
 5. Кулик К. Н. О перспективах защитного лесоразведения в Волгоградской области / К. Н. Кулик, А. К. Кулик // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. – Волгоград : ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. – С. 303–307.
 6. Манаенков А. С. Повышение эффективности полевой защитной лесоразведения в остро засушливых районах России / А. С. Манаенков, Л. И. Абакумова // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия : Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 4 (28). – С. 73–83.
 7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. – М., 1989. – 194 с.
 8. Савостьянов В. К. Агролесомелиоративные мероприятия для сохранения плодородия почв юга Сибири и их рационального использования / В. К. Савостьянов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 4. – С. 7–8.
 9. Рулева О. В. Влияние лесных полос на изменение продуктивности сельскохозяйственных культур в хозяйствах Волгоградской области / О. В. Рулева, Н. Н. Овечко // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации. – Волгоград, 2016. – С. 506–511.
 10. Степанов А. М. Лесополосы в агроландшафтах / А. М. Степанов // Защитное лесоразведение в Российской Федерации : Сб. науч. трудов. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2011. – С. 121–124.
- Abdalla Y. Y, Fangama I. M., 2015. Effect of Shelterbelts on Crop Yield in Al-Rahad Agricultural Scheme, Sudan International journal of Current Microbiology and Appfield Sciences 4(7): 1–4.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОГО ВОЗДУХА В УЛЬЕ

Трошков Александр Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Ставрополь, troshkov1954@mail.ru

Жук Александр Павлович, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Ставрополь

Рачков Валерий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Ставрополь

Проектируемая очистительно-фильтрующая установка предназначена для очищения окружающего воздуха, активизации летно-опылительной деятельности биологического организма – пчелосемьи, что позволит уменьшить временное задержание рабочих пчел по поддержанию вентилируемого воздуха в замкнутом пространстве улья. Моделирование очистительно-фильтрующей установки показывает преимущества для активизации полезной деятельности пчел.

Ключевые слова: загрязненный воздух, модель, очистительно-фильтрующая установка, замкнутое пространство улья, пчелы.

MODELING ENVIRONMENTAL FILTER INSTALLATION PURIFICATION OF POLLUTED AIR IN THE HIVE

Troshkov A. M., Zhuk A. P., Rachkov V. E.

Designed cleaning and filtration devices designed to cleanse the surrounding air, activating the flight of the pollinator activity of a biological organism – preparation that will reduce the temporary engagement of the worker bees for the maintenance of ventilated air in the confined space of the hive. Modeling purifying-filtering is useful to enhance the flight of the pollinator activity of a biological organism – the bee family.

Keywords: polluted air, model, cleaning filtering installation, the closed space of the hive, bee.

В целях повышения рентабельности пчеловодства многие пчеловодческие хозяйства различных форм собственности имеют опылительно-медовую направленность, по данным ученых Ставропольского ГАУ от 20 до 40 % затрат пчеловодства относят на опыляемые сельскохозяйственные культуры. Однако развитие промышленных предприятий, увеличение разветвленной сети автомобильных, железнодорожных дорог, сложная экологическая обстановка в некоторых районах, увеличение вредных выбросов автомобильного транспорта, химическая обработка влияют на интенсивность летно-опылительной деятельности и качество меда, а также его производных, кроме того, внешняя воздушная среда влияет на динамику функционирования биологического организма пчелосемьи до его угасания и даже гибели [1–3].

Исследования показали, что каждая пчелиная семья имеет свои индивидуальные признаки: специфический запах, способность к сбору меда, прополисированию, ройливости, температурной стойкости, плодности маток. Обмен воздухом происходит в самих пчелах через воздушные мешки и крупные трахеи в результате механической вентиляции, в тонких трахейных клетках – путем диффузии, а также в замкнутом пространстве улья. Потребность биологического организма пчелиной семьи в кислороде (очищенном воздухе) высока и связана с температурой окружающего воздуха, его химическим составом и процессами, происходящими в семье. Особенное возрастание потребности в чистом воздухе возникает, когда в семье много расплода на разных этапах его развития. Специалисты пчеловоды в этот период должны контролировать химический состав воздуха внутри улья, заботиться о вентиляции, которая бы обеспечила приток в гнездо чистого (очищенного) воздуха и удаление оттуда углекислого газа и других компонентов, загрязняющих воздух. Для улучшения воздушной среды, экологического очищения окружающего воздуха, увеличения интенсивности летно-

опылительной деятельности семьи предлагается модель очистительно-фильтрующей установки. Модель очистительно-фильтрующей установки улья представлена на рисунке 1.

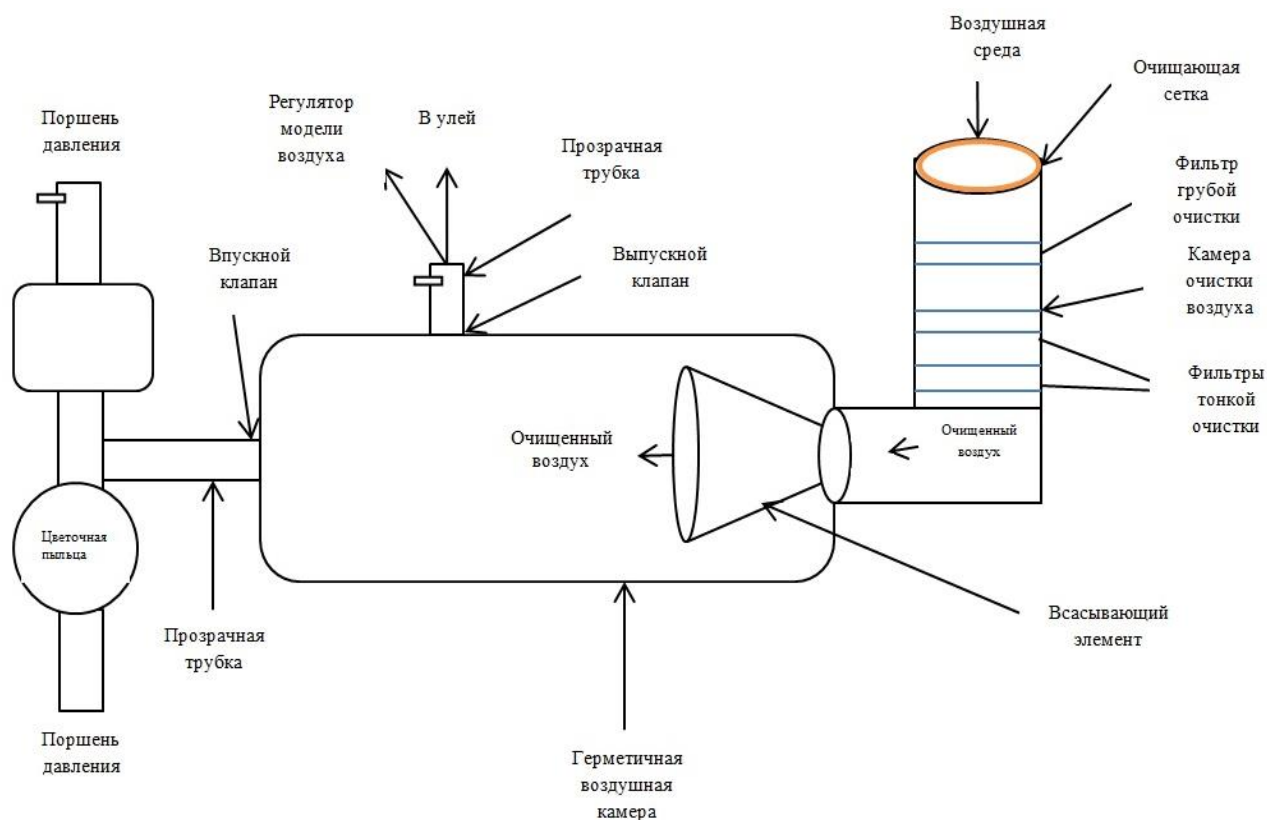


Рисунок 1 – Модель очистительно-фильтрующей установки улья

Загрязненный воздух из окружающей среды проходит через очищающую сетку, на которой задерживаются крупные частицы загрязненного воздуха, поступает через фильтр грубой очистки, фильтрующим материалом которого является Х-химволокно и С-стекловолокно. Эффективность очистки от атмосферной пыли 80–90 % при начальном сопротивлении 110 Па, производительность 8,5 м³ в час с выхода фильтра грубой очистки. Предварительно очищенный воздух попадает на двойной фильтр тонкой очистки с эффективностью очищения 99 %, состоящий из тонких волокон (5 мкм) лавсана. Далее очищенный воздух через всасывающий элемент (типа мини-пылесоса) поступает в герметичную воздушную камеру.

Далее очищенный воздух распространяется в герметичной воздушной камере, при необходимости через выпускной клапан (в автоматическом и управляемом ручном режиме) и трубку. Очищенный воздух поступает в улей (при необходимости поток очищенного воздуха может управляться с помощью регулятора подачи воздуха).

В качестве активизации летно-опылительной деятельности в герметичную воздушную камеру встроены две камеры с ароматизаторами:

- камера 1 ароматизирована медом и воском;
- камера 2 ароматизирована цветочной пылью растения (например, донник, гречиха, подсолнух).

Управление подачей ароматизирующих веществ осуществляется двумя поршнями, с помощью давления которых установленные ароматизаторы попадают в герметичную воздушную камеру, а затем в замкнутое пространство биологического организма улья. Лабораторная модель экологической фильтрующей установки очищения загрязненного воздуха в улье представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Лабораторная модель

Рассчитываемый срок окупаемости устройства составит 0,9 пчелосезона. Совокупные затраты на разработку действующего инновационного экологического фильтроочистительного устройства оцениваются на уровне 5500 руб. Прибыль от использования действующего устройства в первый сезон эксплуатации составит 6090–5500=590 руб. Во второй и последующие сезоны – 6090 руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куренной Н. М. Наш сад : Справочное пособие для специалистов и садоводов любителей / Н. М. Куренной. – Ставрополь: Кн. изд-во, 1991. – 382 с.
2. Трошков А. М. Информационные технологии в управлении функционирования биологического организма – пчелиная семья / А. М. Трошков, А. Н. Ермакова // Вестник АПК Ставрополье. – 2014. – Т. 3(15). – С. 41–44.
3. Трошков А. М. Информационные технологии в пчеловодстве : Электронный практикум по дисциплине // А. М. Трошков, В. И. Сапожников. Свидетельство о государственной регистрации № 2014611158 27 января 2014.

УДК . 632.3 .631.6

ФИТОПЛАЗМОЗЫ КАК ПРИЧИНА УСЫХАНИЯ ЛЕСОПОЛОС

Богоутдинов Дамир Забихуллович, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия*, п. г. т Усть-Кинельский Самарской области, bogoutdinov@list.ru

Кастальева Татьяна Борисовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ ВНИИФ, *Россия*, рп. Большие Вяземы Московской области, kastalyeva@yandex.ru

Гирсова Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ ВНИИФ, *Россия*, рп. Большие Вяземы Московской области, ngirsova@yandex.ru

С использованием молекулярно-генетических методов идентификации фитоплазм (ПЦР, ПДРФ) показано, что причиной усыхания древесных растений в лесополосах могут быть фитоплазменные заболевания.

Ключевые слова: лесополосы, деревья, усыхание, фитоплазмы, ПЦР, ПДРФ

PHYTOPLASMA DISEASES AS A CAUSE OF SHELTERBELT DECLINE

Damir Z. B., Kastalyeva T. B., Girsova N. V.

Using molecular-genetic identification methods (PCR, RFLP) it has been shown that phytoplasmas cause the decline syndrom of woody plants in forest belts.

Key words: forest belts, tree decline, phytoplasma, PCR, RFLP.

Несмотря на то, что фитоплазмы как фитопатогены открыты только 50 лет назад, их патологическое влияние на агро- и биоценозы известно с давних времён. Такие патологии растений, как хлороз, «ведьмина метла», карликовость, филлодия, виресценция и усыхание, ранее связываемые с неблагоприятными экологическими или генетическими факторами, возбудителями вирусной, бактериальной или грибной природы, в настоящее время признаются типичными для инфицирования фитоплазмами.

С потеплением климата ранее незаметные и редко встречавшиеся патологии фитоплазменной природы приобрели широкие масштабы и представляют серьёзную угрозу для растениеводства и лесоводства. Резкое потепление явилось пусковым механизмом для патологического проявления фитоплазм, ранее находившихся в латентном состоянии. Именно высокие температуры и недостаток влаги значительно усиливают патологии, вызванные фитоплазмами. По нашим наблюдениям, ареал вредоносности фитоплазмозов древесных культур на севере ограничен 55° северной долготы, а степень их вредоносности возрастает в южном направлении. После крайне засушливого лета 2010 г. в лесных насаждениях разного назначения, расположенных в степных районах, в том числе в лесополосах, наблюдалось массовое усыхание деревьев. В отдельных районах усыхание в искусственных посадках древесных составляло от 20 до 80 %. Особенно подвержены усыханию такие распространённые породы, как берёза, вяз, тополь, ясень, клён ясенелистный; в меньшей степени — ива, робиния (псевдоакация), сосна и плодовые розоцветные: яблоня, груша, слива, абрикос, боярышник, черемух и другие виды, используемые в лесозащитных полосах.

С целью оценки распространённости и установления фитоплазменной природы усыхания деревьев в лесополосах в Самарской области с 2012 г. проводится мониторинг распространённости фитоплазм и молекулярно-генетические исследования их видового состава [1].

Методы. Из листьев растений, имевших симптомы фитоплазменного поражения, вырезали и замораживали жилки листьев, из которых экстрагировали ДНК, используя коммерческие наборы фирмы Qiagen (DNeasy Plant Mini Kit), в соответствии с инструкцией производителя. Выделенную ДНК анализировали, используя прямую и вложенную ПЦР. ПЦР-продукты подвергали действию эндонуклеаз рестрикции. Полученные фрагменты ДНК разделяли электрофорезом в 5 % ПААГ. ПДРФ-профили сравнивали с опубликованными реальными и виртуальными рестрикционными картами [2].

Результаты исследований. Показано, что симптомы инфицирования фитоплазмами древесных растений разных видов отличаются. Так, у берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) наиболее частым признаком поражения является усыхание верхушки с последующим образованием пучков коротких висячих веток и/или гибель дерева (рисунок 1 А). У берёзы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) образуются пучки ведьминых метел на концах ветвей и на стволах (рисунок 1Б). У вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia* Jacq.) отмечается образование ведьминых метел на концах побегов, отмирание отдельных ветвей (рисунок 1 В), тогда как у вяза гладкого (*Ulmus laevis* Pall.) ведьмины метлы образуются очень редко, чаще отмечается низкорослость, хлороз или покраснение измельчённых листьев. Ведьмины метлы часто наблюдаются и на плодовых культурах (рисунок 1 Г). В результате молекулярно-генетических анализов у пятнадцати (15) видов деревьев и семнадцати (17) видов кустарников были выявлены 7 групп фитоплазм.

Наибольшее количество видов деревьев и кустарников было инфицировано фитоплазмой группы столбура, вид — '*Candidatus Phytoplasma solani*' (подгруппа 16SrXII-A) и смесью фитоплазм (таблица), что свидетельствует об их полифаговости.

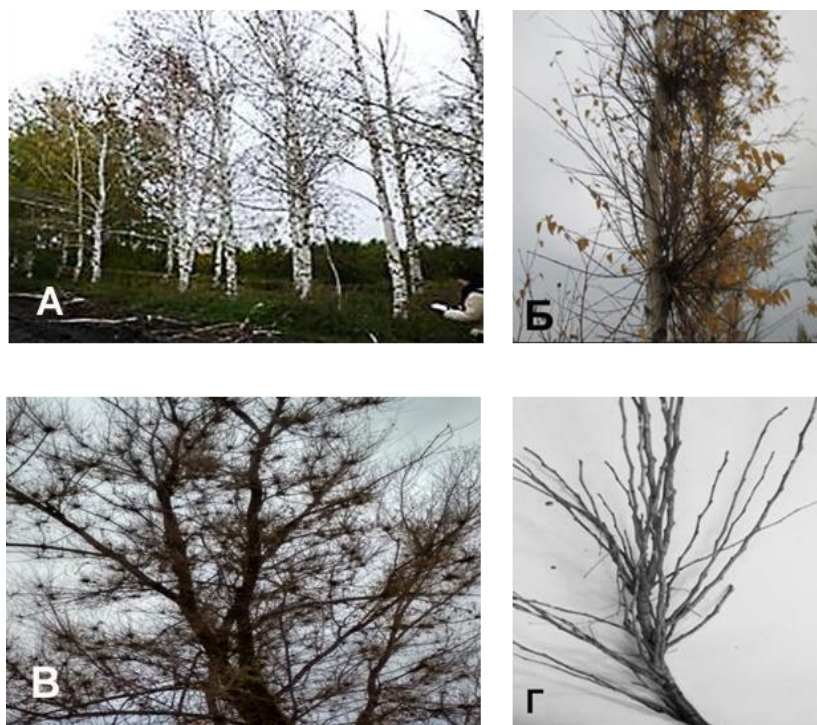


Рисунок 1 – А – усыхание березы повислой; Б – ведьмина метла на берёзе пушистой; В – ведьмина метла на вязе мелколистном; Г — ведьмина метла яблони.

Таблица – Группы фитоплазм, выявленные в древесных и кустарниковых видах растений.

Группа/подгруппа фитоплазмы	Виды деревьев	Виды кустарников
16SrI — Aster yellows (Желтухи астр)	Робиния псевдоакация	Слива домашняя, вишня обыкновенная
16SrIII — X-disease (Икс-болезнь)	Черёмуха обыкновенная, ясень обыкновенный	Спирея зверобоелистная, миндаль степной
16SrV — Elm yellows (Желтухи вяза)	Вяз гладкий	Спирея зверобоелистная
16SrVI — Clover proliferation (Пролиферации клевера)	Вяз гладкий, клён ясенелистный	
16SrIX — Pigeon pea witches'-broom (Ведьмина метла каянуса)		Жимолость татарская
16SrX-A, C — Apple proliferation (Пролиферация яблони)	Яблоня домашняя, груша домашняя	
16SrXII-A — Stolbur (Столбур паслёновых)	Берёза повислая, вяз мелколистный, тополь белый, ива белая плакучая, груша домашняя, яблоня домашняя, каштан конский, черёмуха обыкновенная	Бобовник анагиридный, бузина красная, вишня обыкновенная, можжевельник казацкий, роза морщинистая, спартиум, спирея зверобоелистная, тамарикс изящный, туя западная, черёмуха виргинская, ива краснотал
Неидентифицированные фитоплазмы	Сосна обыкновенная, яблоня домашняя	Можжевельник скальный
Смесь фитоплазм	Берёза повислая, боярышник крупноплодный, вяз мелколистный, вяз гладкий, каштан конский, клён ясенелистный, тополь белый, тополь чёрный, яблоня домашняя, ясень обыкновенный	Алыча, сирень обыкновенная, спирея Билларда

В последние три десятилетия фитоплазмы привели к массовой гибели насаждений вяза, ясеня и плодовых в Европе, на Ближнем Востоке и в Америке, а также пальм в Северной Америке. Фитоплазменная инфекция приводит к снижению иммунитета растений, поэтому увеличивается повреждаемость их вредителями и болезнями. То есть частная фитосанитарная проблема фитоплазменного усыхания древесных перерастает в проблему, приобретающую общеэкологическое и социальное значение [3].

Лесополосы в степных регионах сдерживают суховейные процессы и связанную с этим беспрепятственную приземную миграцию вредных организмов, являются незаменимым долгосрочным фактором стабильности и эффективности отрасли растениеводства. В изменяющихся климатических условиях требуется провести региональную оценку устойчивости пород древесных к фитоплазменному усыханию с учётом их долговечности, возможности их фитосанитарного восстановления и омоложения. При посадке и эксплуатации лесополос эти факторы следует учитывать и планировать мероприятия по их внедрению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гирсова Н. В. Фитоплазмы деревьев и кустарников в Поволжье / Н. В. Гирсова, Д. 3. Богоутдинов, К. А. Можаяева, Т. Б. Кастальева // Известия ТСХА, 2014. – Вып. 5. – С. 36–49. http://library.timacad.ru/files/izvestija_tsha/fulltext/2014-5/index.html#/34/.
2. Методика определения фитоплазм с использованием молекулярных методов диагностики: ПЦР и ПДРФ / сост. Н. В. Гирсова, Т. Б. Кастальева, К. А. Можаяева К. А. / под общей редакцией К. А. Можаяевой. – М.: Россельхозакадемия, 2013. – 24 с.
3. Bertaccini A. Phytoplasmas and Phytoplasma diseases: a severe threat to agriculture / A. Bertaccini, B. Duduk, S. Paltrinieri, N. Contaldo // American Journal of Plant Sciences. 2014. – V. 5. – S. 1763–1788. <http://www.scirp.org/journal/ajps> <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.512191>.

УДК 595.7:582.711.71 (571.14) 63: 632.7.04/.08

ЭНТОМОФАУНА КРОНЫ ИНТРОДУЦЕНТА *PHYSOCARPUS OPULIFOLIUS* (L.) MAXIM В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

Нагорных Татьяна Викторовна, магистрант, Новосибирский государственный аграрный университет, *Россия*, г. Новосибирск, nagornykh.t@mail.ru

Торопова Елена Юрьевна, доктор биологических наук, профессор, Новосибирский государственный аграрный университет, *Россия*, г. Новосибирск, 79139148962@yandex.ru

Беланова Анастасия Петровна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, Центральный сибирский ботанический сад, *Россия*, г. Новосибирск

В статье представлены результаты исследования разнообразия энтомофауны кроны *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim – потенциально инвазионного вида лесостепной зоны Новосибирской области. Выявлено, что в состав энтомофауны исследуемого древесного вида входят представители 15 семейств из 7 отрядов. Установлено, что таксономическое соотношение групп насекомых значительно изменялось во время цветения растений.

Ключевые слова: энтомофауна, инвазионные виды, *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.

CROWN ENTOMOFAUNA OF THE INTRODUCTION *PHYSOCARPUS OPULIFOLIUS* (L.) MAXIM IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE CIRCUMOB AREA

Nagornykh T. V., Toropova E. Yu., Belanova A. P.

The article deals with the results of study of the crown entomofauna diversity of *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim, a potentially invasive species in the forest-steppe zone of Novosibirsk Oblast. It was revealed that the composition of the entomofauna of the woody species under study contained representatives of 15 families from 7 orders. It was established that taxonomic correlation of insect groups changed significantly during plant blooming.

Keywords: entomofauna, invasion species, *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.

На современном этапе трансформации природных экосистем человечеством вселение инвазионных растений в естественные сообщества принимает глобальные масштабы [10]. Инвазионные виды – это чужеродные виды, вселяющиеся в естественные растительные сообщества и вытесняющие аборигенные растения [8]. Одна из основных гипотез устойчивости чужерод-

ных видов «Natural enemies» утверждает, что интродуценты в новых условиях получают конкурентное преимущество в результате отсутствия естественных врагов у растений, в том числе фитофагов и фитопатогенов [9]. Энтомокомплексы чужеродных видов растений формируются видами местной фауны, причем установлено, что инвазионные и потенциально инвазионные виды растений часто привлекают большее количество насекомых-опылителей и конкурируют в этом отношении с местными видами [7].

Целью нашей работы являлось исследование энтомокомплекса кроны растений *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim – потенциально инвазионного вида для лесостепной зоны Новосибирской области.

Ph. opulifolius – декоративный кустарник до 3 м высотой, представитель семейства Rosaceae, естественно произрастает в Северной Америке. Относится к потенциально инвазионным видам Новосибирской области [1]. Исследуемые экземпляры выращены из семян, полученных из г. Свердловска в 1989 г. и г. Томска в 1992 г., имеют возраст 28 и 25 лет.

Учеты проводили на растениях (во время цветения) из коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск) с 14 по 26 июня 2017 г. Энтомологический материал собирали в начале, середине и конце цветения. В работе применялся метод кошения энтомологическим сачком [6]. Таксономическую принадлежность отловленных насекомых определяли по определителям [3]. Особое внимание было уделено насекомым-опылителям, поскольку *Ph. opulifolius* имеет обильное и продолжительное цветение, а также ежегодное плодоношение [4], что делает его перспективным для использования в строительстве лесополос.

В результате проведенной работы выявлено, что состав энтомофауны исследуемого вида включает 15 семейств из 7 отрядов (рис. 1).

Анализ полученных данных показал, что энтомокомплекс *Ph. opulifolius* включает фитофагов, энтомофагов (паразитов и хищников) и опылителей. Всего за период исследований было собрано 522 экземпляра насекомых. Доля фитофагов составляла 68, энтомофагов – 32 %, также присутствовали насекомые-опылители.

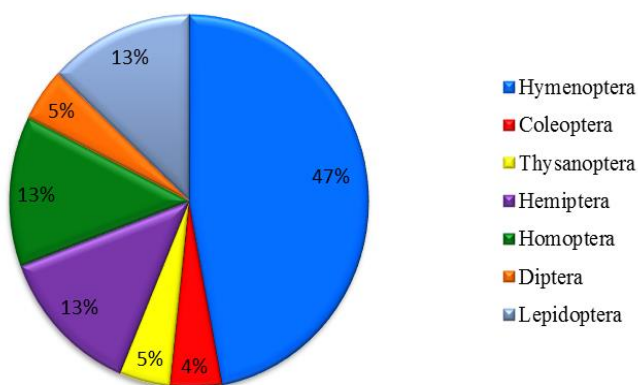


Рисунок 1 – Состав энтомофауны *Ph. opulifolius*

Фитофаги – вредители вегетативных и генеративных органов растений – были представлены отрядами *Thysanoptera*, *Homoptera*, *Hemiptera*, *Coleoptera*, *Lepidoptera*. Насекомые-паразиты относились к отряду *Hymenoptera*, который включает насекомых – опылителей семейства *Apidae*. Насекомые-хищники относились к отряду *Hemiptera* семейства *Anthocoridae* и могут быть использованы для ограничения численности фитофагов.

Установлено, что таксономическое соотношение групп насекомых значительно изменялось за период цветения растений (таблица 2).

В начале цветения *Ph. opulifolius* (19.06.2017) было собрано 72 экземпляра насекомых, принадлежащих к 11 таксономическим группам, причем 57 составили представители отряда *Diptera*.

Таблица 2– Таксономический состав и численность насекомых в кроне *Ph. opulifolius*

Отряд	Семейство	Численность, экз./10 взм. сачком		
		Начало цветения	Массовое цветение	Окончание цветения
Трипсы <i>Thysanoptera</i>	Представители различных семейств*	14	256	39
Равнокрылые <i>Homoptera</i>	<i>Psyllidae</i> *	0	3	6
	<i>Cicadellidae</i> *	5	5	4
Полужесткокрылые <i>Hemiptera</i>	<i>Aphididae</i> *	1	3	7
	<i>Anthocoridae</i>	2	1	3
	Представители различных семейств	0	32	0
Жесткокрылые <i>Coleoptera</i>	<i>Mordellidae</i> *	1	0	1
Двукрылые <i>Diptera</i>	Представители различных семейств	41	51	20
Перепончатокрылые <i>Hymenoptera</i>	<i>Pteromalidae</i>	1	0	0
	<i>Eulophidae</i>	1	0	0
Перепончатокрылые <i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	1	0	0
	<i>Aphidiinae</i>	0	1	0
	<i>Ichneumonidae</i>	2	0	0
	<i>Formicidae</i>	0	6	7
	Перепончатокрылые паразиты других семейств	3	2	0
Чешуекрылые <i>Lepidoptera</i>	<i>Coleophoridae</i> *	0	1	0
	Представители различных семейств *	0	2	0
Сумма		72	363	87
*насекомые-фитофаги				

В период массового цветения (21.06.2017) было собрано 363 экземпляра, то есть в 5 раз больше, причем большинство (71 %) принадлежали отряду *Thysanoptera*, что объясняется высокими среднесуточными температурами и сухой погодой [5]. Разнообразие насекомых практически не изменилось и составило 12 таксономических групп. Состав энтомофауны радикальным образом изменился: исчезли 5 таксономических групп, и вновь появились 6. Значительно, в 18,3 раза, возросла численность трипсов, в 11,7 раза – численность клопов. В этот же период были отловлены насекомые из семейства *Formicidae*, представители которых питаются фитофагами [1].

В период окончания цветения насекомых снова стало меньше, было собрано 87 экземпляров, из которых 45 % – представители отряда *Thysanoptera*, 23 % из отряда *Diptera*. Общее таксономическое разнообразие насекомых снизилось на 30 %, остались 9 таксономических групп. В этом сборе было обнаружено насекомое, представленное одним семейством *Apidae*, относящиеся к отряду *Hymenoptera*.

Энтомофауна изученных растений включала насекомых, имеющих различные типы ротового аппарата: фитофаги с сосущим, колюще-сосущим и грызущим ротовым аппаратом из отрядов *Thysanoptera*, *Homoptera*, *Hemiptera*, *Coleoptera*, *Lepidoptera*; паразиты из отряда *Hymenoptera*; хищники из отряда *Coleoptera* семейства *Anthocoridae*; опылители из отряда *Hymenoptera* семейства *Apidae*.

Таким образом, исследование энтомофауны в период цветения кроны *Ph. opulifolius* показало, что:

- состав энтомофауны исследуемого вида включает 15 семейств из 7 отрядов, таксономическое соотношение групп насекомых значительно изменялось за период цветения растений;
- в начале цветения были собраны насекомые, принадлежащие к 11 таксономическим группам, причем 57 % составили представители отряда *Diptera*.
- в период максимальной активности цветения состав энтомофауны радикальным образом изменился: исчезло 5 таксономических групп, и вновь появилось 6; значительно, в 18,3 раза, возросла численность трипсов, в 11,7 раз возросла численность клопов.

• в период окончания цветения общее таксономическое разнообразие насекомых снизилось на 30 %, осталось 9 таксономических групп, 45% составили представители отряда *Thysanoptera*, 23 % из отряда *Diptera*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беланова А. П. Анализ инвазионной активности *Physocarpus opulifolius* в условиях лесостепной зоны Новосибирской области / А. П. Беланова, А. Л. Эбель, Е. М. Лях // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. — № 3. – С 87-92.
2. Бондаренко Н. В. Биологическая защита растений / Н. В. Бондаренко – М. : Агропромиздат, 1986. – 278 с., ил.
3. Васильев В. П. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: Т 2. Вредные членистоногие, позвоночные / В. П. Васильев. – К. : Урожай, 1988. – 576 с.; ил.
4. Встовская Т. Н. Древесные растения Центрального сибирского ботанического сада. / Т. Н. Встовская, И. Ю. Коропачинский – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005. – 235 с.
5. Иванцова Е. А. Биология развития и вредоносность пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd) в нижнем Поволжье / Е. А. Иванцова // Известие. Агротехнология и растениеводство. – 2007. – № 1(5).
6. Исаичев В. В. Защита растений от вредителей / В. В. Исаичев. – М. : Мир, 2003. – 468 с.
7. Bartmeus, I. Combined effects of *Impatiens glandulifera* invasion and landscape structure on native plant pollination / I. Bartmeus, M. Vila, I. Steffan-Dewenter // Journal of Ecology. – 2010 – Vol. 98. – P.440-450.
8. Davis M. A. Invasion terminology: should ecologists define their terms differently than others? No, not if we want to be of any help / M.A. Davis, K. Thompson // Bulletin of the Ecological Society of America. – 2001. – № 82. – P. 206.
9. Elton C. The ecology of invasions by animals and plants./ C. Elton. – London: Methuen & Co, 1958. – 356 p.
10. Pyšek P. Global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment / P. Pyšek, V. Jarošík, P. E. Hulme, J. Pergl, M. Hejda, U. Schaffner, M. A Volf // Global Change Biology. – 2012. – Vol. 18, Issue 5. – P. 1725–1737.

УДК 630*232.22

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОВ И ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Мартынюк Александр Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, ФБУ "Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства", Россия, г. Пушкино Московской обл., vnilm_martinuk@mail.ru

Рыкова Татьяна Владимировна, ФБУ "Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства", Россия, г. Пушкино Московской обл., rykova.tv@mail.ru

Дан анализ опыта ведения хозяйства в защитных лесах и создания защитных лесных насаждений в засушливых регионах страны. Определены основные факторы, снижающие устойчивость лесов и защитных лесных насаждений. Предложены меры по преодолению накопившихся проблем на основе комплексного подхода к организации территории и ведению лесного хозяйства на принципах целостности ландшафтно-системного обустройства, применения целевых систем лесохозяйственных мероприятий, направленных на формирование устойчивых и долговечных лесных насаждений.

Ключевые слова: защитные леса, защитное лесоразведение, защитные лесные насаждения, государственные защитные лесные полосы, стратегия развития защитного лесоразведения.

THE MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE SUSTAINABILITY OF FORESTS AND PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS IN DROUGHTY REGIONS OF RUSSIA

Martynyuk A. A., Rykova T. V.

The analysis of the experience of management in protective forests and the creation of protective forest plantations in the arid regions of the country. The main factors that reduce the sustainability of forests and protective forest plantations. The measures to overcome the accumulated problems on the basis of an integrated approach to the organization of the territory and forest management on the principles of the integrity of landscape and system arrangement, the use of targeted systems of forestry activities aimed at the formation of sustainable forest plantations.

Key words: protective forests, protective afforestation, protective forest plantations, state protective forest strips, development strategy of protective afforestation.

Защитным лесам, занимающим более 300 млн га, принадлежит исключительно важная роль в выполнении водоохраных, средообразующих, санитарно-гигиенических, почвозащитных и иные полезных функций. Большая часть таких лесов относится к ценным лесам, включающим государственные защитные лесные полосы, а также леса, расположенные в зоне степи, лесостепи, пустыни и полупустыни, то есть в регионах с засушливым климатом. На территории России насчитывается 16 субъектов Федерации, лесистость которых не превышает 15 % (так называемых "малолесных" регионов), из них 15 регионов находятся в европейской части страны, один – в ее азиатской части. При этом в трех регионах (республика Калмыкия, Астраханская область и Ставропольский край) лесистость не превышает 2 %. Именно здесь, в условиях жаркого и сухого климата, наиболее сильно проявляются процессы водной и ветровой эрозии, наблюдается деградация и разрушение почв, а в последнее время, в том числе и в связи с изменением климата, усиливаются процессы аридизации и опустынивания территорий.

Многочисленными исследованиями доказано, что леса снижают губительное воздействие засухи и суховеев, повышают урожай сельскохозяйственных культур, формируют благоприятный микроклимат для жизни населения. Лесные массивы и созданные лесомелиоративные комплексы улучшают влагооборот, тепло- и газообмен территорий. На защищенных площадях улучшается гидротермический режим, сокращается (или вовсе прекращается) поверхностный сток, оптимизируются процессы почвообразования, чище и полноводнее становятся реки и водоемы, богаче и разнообразнее флора и фауна [3], в связи с чем увеличение лесистости является одной из главных задач по улучшению социально-экономических и экологических условий в регионах с засушливым климатом.

Россия имеет огромный научный и практический, многовековой, самобытный опыт ведения хозяйства в защитных лесах, их создания и защитных лесных насаждений в засушливых регионах (государственные защитные лесные полосы ГЗЛП, полезащитные лесные полосы, истоко(водо)регулирующие лесные полосы на склонах, приовражные и прибалочные лесные полосы, горномелиоративные насаждения, пастбищезащитные лесные полосы и др.). Повышение лесистости на протяжении столетий достигалось за счет искусственного создания лесных насаждений в условиях, которые можно отнести к "рискованному лесоводству". За всю историю с 1787 г. на сельскохозяйственных землях было создано 5,2 млн. га защитных лесных насаждений. Это всегда была важнейшая государственная задача и под ее решение выделялись немалые государственные средства, организовывались специальные хозяйственные организации. Только в 50-х годах прошлого века, благодаря знаменитому «Плану преобразования природы», в южных регионах России появилось 2,1 млн га защитных лесных насаждений [2, 5].

В девятнадцати регионах страны было создано около 140 тыс. га государственных защитных лесных полос протяженностью около 5 тыс. км. Полосы создавались по водоразделам рек, а также по их берегам для их защиты от заиления и загрязнения. В европейской части России наибольшие площади ГЗЛП имеются в Волгоградской, Саратовской, Ростовской областях, республике Калмыкия и Ставропольском крае. Свыше 30 тыс. га создано в Орен-

бургской области и Алтайском крае. Гослесополосы стали каркасом системы защитных лесных насаждений. Сегодня это федеральная собственность, государственный лесной фонд, представляющий, в большинстве случаев, сформированные лесные насаждения, выполняющие важные климаторегулирующие и ветрозащитные функции [3].

Созданные лесные насаждения, обеспечивая улучшение экологической и социальной обстановки, сами произрастают в неблагоприятных для растений условиях вызванных, прежде всего засушливым климатом, теряя свою природную устойчивость. Повсеместно наблюдается ухудшение состояния и долговечности, в первую очередь искусственных лесных насаждений. В южных регионах России, характеризующихся интенсивным агропроизводством, существенный урон лесным насаждениям наносят лесные пожары, причиной которых становятся сельскохозяйственные палы стерни, сенокосов и пастбищ. Наблюдается загрязнение лесов бытовыми и промышленными отходами, особенно вблизи населенных пунктов, повреждение лесов вследствие неконтролируемого выпаса сельскохозяйственных животных.

Все эти факторы, особенно пожары, снижая биологическую устойчивость лесонасаждений, способствуют заселению их вредными лесными организмами. В засушливых регионах юго-востока России основной ущерб лесополосам причиняют вспышки массового размножения американской белой бабочки, ильмового листоеда, голландской болезни ильмовых, а также саранчовых. В последний период отмечается усиление проникновения инвазивных видов вредных организмов в леса, усугубляя лесопатологическую ситуацию в регионе. В 2009–2010 гг. в Краснодарском крае впервые выявлены очаги массового размножения 6 видов лесных насекомых родом из Японии и Северной Америки. Уже в 2011 г. вязовые полезащитные лесополосы Краснодарского края и Ростовской области на тысячах гектаров были сплошь объедены личинками ильмового пилильщика [1, 4]. Кроме того, имеются и сугубо лесохозяйственные проблемы, связанные с некачественным подбором пород для лесовыращивания, нарушениями технологий закладки лесных насаждений, недостаточным качеством и объемами агротехнических уходов, рубок ухода в насаждениях.

Преодоление отмеченных накопившихся проблем возможно через обеспечение комплексного целевого подхода к организации территории и ведению лесного хозяйства на принципах целостности ландшафтно-системного обустройства с учетом природно-географических и социально-производственных условий, существующих лесистости и лесомелиоративной обеспеченности земель, а также сближения целей и задач деятельности сельского и лесного хозяйства.

Необходимо применение целевых систем лесохозяйственных мероприятий, направленных на формирование устойчивых и долговечных лесных насаждений, которые являются концентраторами биоразнообразия, мощным фактором повышения устойчивости региональных ландшафтов. Это должен быть весь комплекс лесохозяйственных работ по использованию, охране, защите и воспроизводству лесов с обязательным учетом их природных особенностей (состава, возраста), фактического состояния, почвенно-гидрологической ситуации (типы почв, засоленность, содержание почвенной влаги и др.). При этом большее внимание должно уделяться восстановлению устойчивости лесов рубками ухода через использование гибких подходов к регулированию устойчивости насаждений с учетом их биологических особенностей и лесорастительных условий. Уход за лесами должен способствовать постепенной трансформации порослевых лесов (прежде всего дубрав) в семенно-порослевые. В ряде случаев, видимо, возможна реконструкция и переформирование ослабленных насаждений без создания новых лесных культур. Так, для ГЗЛП в проблемных местах возможно допустить рубку ослабленного дуба в целях получения порослевых древостоев первой генерации, что позволит практически без потерь сохранить долговечность созданных ранее дубравных насаждений.

Корректировки требует также парадигма лесовосстановления и лесоразведения в малолесных засушливых регионах страны. В отличие от бореальной зоны, здесь нельзя надеяться на самовосстановление лесов, отмечается значительная гибель созданных насаждений, что

предъявляет повышенные требования к лесокультурному производству. Обязательными требованиями является увязка типов создаваемых лесных культур с почвенно-гидрологическими условиями участков облесения, обеспечение правильного подбора ассортимента деревьев и кустарников, научно обоснованное размещение их по площади с учетом типов почв. Необходимо постепенно добиваться перехода от чистых однопородных лесных культур к смешанным чисторядным и далее – к смешанным с подеревным смешением в рядах. Как и в предыдущие периоды, облесение приовражных (прибалочных) территорий необходимо совмещать с закреплением действующих оврагов гидротехническими сооружениями (водоудерживающие валы, дамбы-перемычки, земляные плотины, одерновывание водотоков, устройство запруд по дну оврагов, выполаживание оврагов, устройство лотков-водосбросов, терассирование склонов и др.).

В целях повышения устойчивости искусственных лесов необходим строгий контроль за качеством посадочного материала в части использования только районированных семян засухоустойчивых древесных и кустарниковых пород, использования семян с проверенным качеством, закладки лесных культур крупномерным посадочным материалом, выращенным в местных питомниках. При возможности следует ориентироваться на использование посадочного материала с закрытой корневой системой, что имеет ряд преимуществ в условиях засухи, смещения сроков посадки при не всегда прогнозируемых колебаниях температур в условиях глобального изменения климата.

Кроме отмеченного, целевые системы лесохозяйственных мероприятий в условиях засушливого климата должны включать комплекс мер по обеспечению гарантированно-эффективной охраны лесов от пожаров, и в первую очередь противопожарное обустройство территорий: формирование устойчивого в противопожарном отношении, породного состава лесных насаждений, регулирование объема горючих материалов в лесах, проведение профилактических мероприятий, создание противопожарных барьеров, минерализованных полос и др. В сфере лесозащитных мероприятий особого внимания требует мониторинг развития популяций вредных организмов, особенно инвазивных видов, а также гармонизация технологий (прежде всего, используемых лесозащитных препаратов) защиты лесов и защиты сельскохозяйственных растений.

Организующей основой в решении назревших проблем должна стать реализация положений Стратегии развития защитного лесоразведения в Российской Федерации, которая разработана ВНИИЛМ РАН и предусматривает достаточный комплекс законодательных, организационных научных и технологических мер, направленных на создание и повышение устойчивости защитных лесов и защитных лесных насаждений в засушливых регионах страны [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гниненко Ю. И. Некоторые новые инвазивные виды дендрофильных насекомых в Краснодарском крае / Ю. И. Гниненко, В. И. Щуров, А. Г. Раков // Защита лесов юга России от вредных насекомых и болезней : Сб. статей. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2011 – С. 25–36.
2. Мартынюк А. А. Вклад ВНИИЛМ в развитие защитного лесоразведения / А. А. Мартынюк, В. И. Еруслимский // ВНИИЛМ – 80 лет научных исследований. – М. : ВНИИЛМ, 2014. – С. 99–114.
3. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2020 г. (проект). – М. : Рослесхоз. 2012. – 37 с.
4. Щуров В. И. Ильмовый пилильщик в европейской части России / В. И. Щуров, Ю. И. Гниненко, Н. А. Ленгесова, М. Ю. Гниненко // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 37–39.
5. Энциклопедия лесного хозяйства : в 2-х томах. – М. : ВНИИЛМ. – 2006.

СЕКЦИЯ 5

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ И ВЕРХНЕГО СЛОЯ ПОЧВЫ В СОВМЕЩЁННЫХ ПОСЕВАХ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

УДК 631.4:577.4

ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ТОКСИКОЗА ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

Фомина Наталья Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет, Россия, г. Красноярск, natvalf@mail.ru

В статье представлены данные по экологическому исследованию почв лесных питомников, расположенных на территории Республики Хакасия. Изучение почв проведено методами фитотестирования и инициированного микробного сообщества (микробного токсикоза). Исследования показали, что в почве Абазинского лесопитомника присутствует средний и высокий уровень микробного токсикоза. В почве Таштыпского питомника отмечается угроза развития инфекции, так как выявлен высокий уровень микробного токсикоза как в паровом поле, так и под сеянцами хвойных культур.

Ключевые слова: почва, лесопитомник, фитотестирование, микробный токсикоз, анализ.

PHYTOTESTING AND EVALUATION OF MICROBIAL TOXICITY IN SOILS OF FOREST NURSERIES OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA

Fomina N. V.

The article presents data on the ecological study of soils of forest nurseries located on the territory of the Republic of Khakassia. The study of soils was carried out by methods of phytotesting and initiated microbial community (microbial toxicosis). Studies have shown that in the soil of the Abazinsky nursery there is an average and high level of microbial toxicity. In the soil of the Tashtyp cattery, there is a threat of infection, since a high level of microbial toxicity has been identified, both in the field and under the seedlings of coniferous crops.

Key words: soil, tree nursery, phytotesting, microbial toxicosis, analysis.

Введение. Постоянное механическое воздействие на почвы в лесопитомниках и применение химических средств защиты растений может приводить к глубоким изменениям в них и нарушению динамического равновесия их почв с окружающей средой, с последующей деградацией [8]. Микробный токсикоз – это свойство почвы проявлять свою токсичность за счет накопленных в ней микробных метаболитов. Использование данного метода в диагностике почвы в питомниках очень важно, так дает возможность выявить потенциальную угрозу, возникающую за счет присутствия фитопатогенных форм микроорганизмов [1].

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлась почва, отобранная под сеянцами сосны сибирской. Сеянцы выращивают в Абазинском и Таштыпском лесопитомниках, которые расположены на территории республики Хакасия. Территория лесничества, в котором находятся исследуемые лесопитомники относится к южному горнотаежному лесохозяйственному району. Для проведения исследований и оценки состояния почвы отбирали смешанные образцы в конце периода вегетации (август) в 2015–2016 гг. Отбор почвенных образцов осуществлялся согласно ГОСТ 17.4.4.01–83; ГОСТ 17.4.4.02–84 из верхнего почвенного слоя (0–20 см) [3].

Определение потенциального микробного токсикоза почвы проводили методом ИМС [5]. В качестве тест-объекта использовали кресс-салат сорта «Кудрявый». По проценту всхо-

жести семян тест-культуры выделяют три степени микробного токсикоза [6]. Для фитотестирования методом «водной вытяжки» из почвы тест-культурой являлся кресс-салат сорта «Забавка». Всхожесть и энергия прорастания семян тест-растения определялась по общепринятым методикам, представленным в ГОСТ 12038–84 и ГОСТ Р ИСО 22030–2009 [2, 4]. Данные по всхожести в опытных вариантах выражали в процентах к контролю, который принимался за 100 %. Для оценки уровня фитотоксичности почвы была принята градация степени прорастания семян салата, предложенная в работе А. И. Федоровой, А. Н. Никольской [7].

Результаты исследования и их обсуждение. Характеристика показателей всхожести семян тест-культуры, полученная в результате фитотестирования, показала, что водная вытяжка исследуемых почв является слаботоксичной, так как показатели энергии прорастания и всхожести семян тест-культуры изменяются в пределах от 59 до 84 %. Наиболее низкие показатели энергии прорастания и всхожести семян тест-объекта определены в почве Таштыпского лесопитомника. Средние значения всхожести семян при этом в почве под паром составили 81 и 71, 72 и 63 % под сеянцами кедра первого, второго и третьего годов вегетации соответственно. Средняя градация фитотоксичности установлена в почве под сеянцами кедра третьего года вегетации, при этом всхожесть составляет 59 %, что согласуется с данными по микробному токсикозу, где отмечался высокий уровень токсичности.

Анализ данных, представленных в таблице, показал, что в почве Абазинского лесного питомника присутствует средний и высокий уровень токсичности. В вариантах почвы под сеянцами первого года вегетации всхожесть семян тест-культуры составляла 50–58 % (только средний уровень токсичности). В остальных опытных вариантах, в том числе на паровом поле, токсичность высокая.

В Таштыпском же лесопитомнике существует реальная угроза развития инфекции и гибели сеянцев (при создании определенных условий), так как выявлен высокий уровень микробного токсикоза практически во всех почвенных образцах. Показатели всхожести тест-культуры варьировали от 10 до 44 %. Исключение составляет вариант почвы, отобранной под сеянцами кедра без индукции – всхожесть семян тест-культуры 68 % (таблица).

Таблица – Показатели всхожести семян тест-культуры и оценка микробного токсикоза почв Абазинского лесопитомника

Вариант опыта	Добавки для ИМС	Всхожесть семян тест-культуры, %	Степень токсикоза почвы
Абазинский лесопитомник			
Пар	контроль б/д	50	средняя
	крахмал	12	высокая
Почва под сеянцами 1-го года вегетации	контроль б/д	58	средняя
	крахмал	50	средняя
под сеянцами 2-го года вегетации	контроль б/д	62	средняя
	крахмал	38	высокая
под сеянцами 3-го года вегетации	контроль б/д	48	высокая
	крахмал	30	высокая
Таштыпский лесопитомник			
Пар	контроль б/д	36	высокая
	крахмал	10	высокая
под сеянцами 1-го года вегетации	контроль б/д	46	высокая
	крахмал	16	высокая
под сеянцами 2-го года вегетации	контроль б/д	22	высокая
	крахмал	12	высокая
под сеянцами 3-го года вегетации	контроль б/д	68	средняя
	крахмал	44	высокая

Нарастание токсичности наблюдается в Абазинском питомнике ко второму году вегетации сеянцев, а в Таштыпском потенциальный токсикоз присутствует постоянно.

Заключение. Биозкологический анализ почвы, отобранной в лесных питомниках на территории республики Хакасия, показал, что водная вытяжка почвы является слабо- или среднетоксичной – показатели энергии прорастания и всхожести семян тест-культуры изме-

нялись от 59 до 84 %. В почве Абазинского лесопитомника присутствует средний и высокий уровень микробного токсикоза, нарастающий к концу периода вегетации семян. В почвенных образцах, отобранных в Таштыпском лесопитомнике, существует реальная угроза развития инфекции, так как выявлен только высокий уровень микробного токсикоза как в паровом поле, так и под сеянцами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестецкий О. А.. Биологические основы плодородия почвы / О. А. Берестецкий и др. – М. : Колос, 1984. – 287 с.
2. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения всхожести. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 57 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа.
4. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – М. : Стандарт-информ, 2010. – 15 с.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Ред. Д. Г. Звягинцева – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 303 с.
6. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология / Т. Г. Мирчинк – М. : МГУ, 1988. – 204 с.
7. Федоров А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А. И. Федорова, А. Н. Никольская – М.: ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
8. Чурагулова З. С. Почвы лесных питомников Южного Урала и оптимизация их лесорастительных свойств: автореф. ... докт. биол. наук / З. С. Чурагулова. – Томск, 2004. – 25 с.

УДК 579.64

ИСПЫТАНИЯ НОВОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ С РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ «АРКСОЙЛ» НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Жариков Михаил Геннадьевич, кандидат биологических наук, начальник микробиологической лаборатории ООО НПО «Эко Ойл Сервис», *Россия, г. Москва, ZarikovM@mail.ru*

Кочкаров Асланбек Хаджи-Муратович, генеральный директор ООО НПО «Эко Ойл Сервис», *Россия, г. Москва, sena67@mail.ru*

Зверев Артём Вячеславович, ведущий агроном-экоотоксиколог ООО НПО «Эко Ойл Сервис», *Россия, г. Москва, coleus_zav@mail.ru*

Волкова Галина Владимировна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией иммунитета зерновых культур к грибным болезням ФГБНУ ВНИИБЗР, *Россия, г. Краснодар, galvol@bk.ru*

В полеводстве Краснодарского края ведущее место принадлежит озимой пшенице. На него приходится до 11 % от всего объема производимой в России пшеницы. К сожалению, большая часть производимой в России пшеницы невысокого качества, до 70 % собираемого урожая пшеницы относится к 4 и 5 классам [1]. Важную роль в повышении качества зерна озимой пшеницы играет грамотное сочетание органических и минеральных удобрений, включая микроэлементы, правильное соотношений элементов питания и выбор формы удобрения, соблюдение сроков их внесения [2, 3]. Для повышения урожайности и получения качественного зерна большое значение имеет применение новых удобрений, содержащих не только макро- и микроэлементы, но и имеющих в своем составе витамины, аминокислоты и другие биологически активные вещества, обладающие ростостимулирующими свойствами. К таким комплексным удобрениям относится «Арксойл». Проведённые в ФГБНУ ВНИИБЗР испытания показали высокую эффективность биопрепарата не только в повышении урожайности, но и в повышении качества зерна озимой пшеницы.

Ключевые слова: органоминеральное удобрение с ростостимулирующим эффектом, «Арксойл» КНЭ – концентрат наноземульсии, ККР – концентрат коллоидного раствора.

TESTING A NEW ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS WITH GROWTH PROMOTING ACTIVITY "ARKSOIL" ON WINTER WHEAT IN THE CONDITIONS OF KRASNODAR REGION

Zharikov M. G., Kochkarov A. X.-M., Zverev A. V., Volkova G. V.

In agriculture of the Krasnodar region the leading place belongs to winter wheat. It accounts for 11 % of the total volume produced in Russia wheat. Unfortunately, most of the produced in Russia wheat is not of high quality, up to 70 % of the collected harvest of wheat falls to 4 and 5 classes [4]. An important role in improving the quality of winter wheat grain plays a good mix of organic and mineral fertilizers, including micronutrients, proper ratios of nutrients and choice of the form of fertilizer and timing of application [2, 3]. To increase yields and produce quality grain is of great importance to application of new fertilizer, which contains not only macro - and microelements, but also having in its composition vitamins, amino acids and other biologically active substances with growth stimulating properties. Such a comprehensive fertilizer is "Arksoil". Held at FGBNU VNIIBZR tests showed high efficiency of biopreparation not only in improving productivity but also improving the quality of winter wheat grain.

Keywords: organic-mineral fertilizer with a growth-stimulating effect, CNE concentrate nano-emulsion, CCS-concentrate of colloidal solution.

Испытания нового органоминерального удобрения «Арксойл» в форме ККР и КНЭ проводили в период с октября 2016 по июнь 2017 г. на посевах озимой пшеницы сорта Гром в условиях Краснодарского края. Почва на территории опытного поля ВНИИБЗР – выщелоченный сверхмощный чернозем с содержанием гумуса 3,8 %, pH 6,7 (Северо-Кавказский район возделывания культуры). Для лучшего контроля эффективности препаратов удобрения не вносили. Размер делянок составлял 6 м², опыт был рендомизированным, с предшественником по пару. Повторность трёхкратная. Обработка почвы заключалась в дисковании, предпосевной культивации и послепосевном прикатывании почвы. Посев проводился 19 октября 2016 г. Первые всходы наблюдались 26 октября 2016 г.

В качестве вредного объекта выступали такие заболевания озимой пшеницы, как плесневение семян, корневые гнили фузариозной этиологии, листовые болезни – **Pyrenophora tritici repentis* (пиренофороз) – искусственное заражение растений суспензией конидий в концентрации 5×10^4 конидий/мл, **Puccinia triticina* (бурая ржавчина) – искусственное заражение растений смесью спор и талка в соотношении 1 : 100 из расчета 5 мг спор/м².

Протравливание семян проводилось перед посевом 18 октября 2016 г. протравителем «Неге» в норме 10 л/т. Опрыскивание было 2-кратным по вегетации (18 апреля и 26 мая 2017 г.) ручным пневматическим опрыскивателем «Теснома» в норме 300 л/га (таблица 1). Также проводилась обработка гербицидом Прима – 06.04 и ручная прополка – 20.05.

Таблица 1. Схема эксперимента

Вариант опыта	Норма расхода, г/т, л/т
«Арксойл» КНЭ	Протравливание – 140 г/т (14 г/100 мл воды) + Обработка по вегетации – 120 г/га (дважды в фазу конец кущения весной и конец цветения)
«Арксойл» ККР	Протравливание – 100 мл/т (10 мл/100 мл воды) + Обработка по вегетации – 80 мл/га (дважды в фазу конец кущения весной и конец цветения)
Контроль (без обработки)	–

Уборка проводилась 2 июля комбайном «Неге» со всей площади опытной делянок. Метеорологические данные представлены в таблице 2.

Учёт вредных объектов проводился 7 раз: 28 апреля, 8 мая, 18 мая, 25 мая, 2 июня, 9 июня, 15 июня 2017 г. Первое появление болезней было выявлено 15 ноября (корневые гнили), 15 апреля (пиренофороз), 18 мая (бурая ржавчина). Учёт проводился в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [1]. Фитоэкспертиза семян озимой пшеницы показала, что общая зараженность их микробиотой составила 60,0 %, в т. ч. патогенной микробиотой из рода *Fusarium* – 3,0 %, сапротрофной микробиотой из рода *Alternaria* – 54,0 %; бактериями – 3,0 % (таблица 3).

Таблица 2 – Фитоэкспертиза семян озимой пшеницы сорта Краснодарская 99.

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/т	Энергия прорастания семян, %	Лабораторная всхожесть, %	Микрофлора						
				сапрофитная		патогенная		Бактерии	Всего	
				ALTESP*		FUSASP				
				зараж-сть, %	эф-фек-сть, %	зараж-сть, %	эф-фек-сть, %		Зараж-сть, %	эф-фек-сть, %
«Арксойл» КНЭ	Протравливание 140 г/т + 2-кратная обработка по вегетации - 120 г/га в фазах конца кушения и конца цветения	98,0	99,0	14	74,1	0	100	0	14	76,7
«Арксойл» ККР	Протравливание 100 мл/т + 2-кратная обработка по вегетации – 80 мл/га в фазах конца кушения и конца цветения	98,0	98,0	26	51,9	1	66,7	0	27	55,0
Фитоспорин-М,Ж (стандарт)	Протравливание- 1,5 л/т	98,0	98,0	29	46,3	1	66,7	0	30	50,0
Контроль без обраб.	-	98,0	98,0	54	-	3	-	3	60	-
Примечание: FUSASP – <i>Fusarium</i> spp., ALTESP – <i>Alternaria</i> spp.										

Против альтернариозной семенной инфекции эффективность «Арксойл» в форме КНЭ составила 74,1 %, ККР – 51,9, против фузариозной семенной инфекции эффективность КНЭ составила 100, ККР – 66,7 %, против бактериальной инфекции во всех опытных и стандартном варианте получена 100 %-ная эффективность. Против комплекса семенной инфекции эффективность «Арксойл» КНЭ составила 76,7, ККР – 55,0 %, что в варианте с КНЭ выше, а в варианте с ККР ниже стандарта (65,0 %) при значительной зараженности в контроле (60,0 %).

В лабораторных условиях не было отмечено заметного влияния «Арксойла» на энергию прорастания и всхожесть семян. В полевых условиях было зафиксировано повышение общей полевой всхожести семян, обработанных «Арксойл» в формах КНЭ и ККР. Наблюдался заметный ростостимулирующий эффект, выразившийся в более интенсивной окраске листьев и мощности растений. В целом обработанные растения демонстрировали лучшую динамику роста и развития по сравнению с контролем (таблица 4.)

В полевых условиях было отмечено повышение всхожести семян при обработке их испытываемыми препаратами. Наиболее высокую эффективность демонстрировал КНЭ – 88,7 и ККР – 87,3 %. Эффективность Фитоспорин-М, Ж составила 85 %, что также выше контроля (без обработки) – 82,7 %.

По показателю густоты стояния растений в фазу начала кушения и на конец кушения наблюдалась также схожая динамика. «Арксойл» КНЭ демонстрировал более высокую эффективность, далее следовал ККР и Фитоспорин-М, Ж.

Отмечено влияние биопрепаратов на снижение развития болезней листьев (таблица 5). Так, биологическая эффективность «Арксойл» КНЭ после обработки по вегетации растений озимой пшеницы в фазу конца кушения весной и конца цветения против пиренофороза составила 12,5 %; «Арксойл» ККР – 25,0 Фитоспорин-М, Ж – 25,0 %. При эпифитотийном развитии болезни в контроле (без обработки) – 40,0 % против бурой ржавчины, тенденция по эффективности была схожей для всех биопрепаратов и составила 20,0 % при 100 %-ном заражении растений озимой пшеницы в контроле (без обработки).

Таблица 3 – Метеорологические данные периода вегетации 2016–2017 гг. (по данным метеопоста ВНИИБЗР, г. Краснодар)

Показатели	Месяцы и декады																										
	2016									2017																	
	Октябрь			Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура воздуха, °С																											
Среднедекадная	16,3	7,9	5,8	9,4	5,0	9,9	0,1	-1,5	2,7	3,3	0,9	-6,3	-0,7	-2,6	4,3	8,7	7,2	7,4	9,7	11,8	11,2	18,1	14,9	17,6	21,3	19,2	21,8
Средняя многолетняя	13,7	11,6	9,6	7,2	4,1	3	0,9	0,4	-0,7	2	0,5	-1	-1,8	-0,9	0,1	1,9	4,2	6,5	8,9	10,9	13	16,8	18,5	16,8	19,5	20,4	21,3
Влажность воздуха, %																											
Среднедекадная	66	70	70	74	73	75	78	80	81	79	81	80	84	80	82	80	78	75	72	69	68	68	65	68	67	66	65
Средняя многолетняя	65	78	75	73	72	73	79	80	80	78	80	80	83	82	80	79	77	74	71	68	68	67	67	67	66	66	65
Осадки, мм																											
Сумма осадков за декаду	0,7	15,3	24,3	7,5	23,4	45,3	29,1	17,3	3,7	7,9	4,5	7,1	0,8	10,4	15,3	4,3	12,4	29,4	8,8	1,1	14,9	7,1	83,6	63,4	2,9	25,2	28,1
Средняя многолетняя	17	21	7	20	20	19	23	21	20	17	17	16	17	17	16	16	16	16	16	16	18	19	20	22	23	22	

Таблица 4 – Эффективность препарата «Арксойл» против комплекса болезней семян озимой пшеницы на опытных полях ВНИИБЗР 2016-2017.

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/т	Дата обработки 18.10.16 г.								
		Полевая всхожесть семян, %	Густота стояния растений, шт./м ²		Фазы					
			начало кущения	конец кущения	начало кущения		конец кущения		молочно-восковая спелость	
					развитие, %	эффективность, %	развитие, %	эффективность, %	развитие, %	эффективность, %
«Арксойл» КНЭ	Протравливание 140г/т + 2-хкратная обработка по вегетации – 120 г/га в фазах конец кущения и конец цветения	88,7	469	458	0,0	100	1,3	89,8	25,0	35,1
«Арксойл»ККР	Протравливание 100мл/т + 2-хкратная обработка по вегетации – 80 мл/га в фазах конец кущения и конец цветения	87,3	467	450	0,0	100	5,0	60,6	27,0	29,9
Фитоспорин-М,Ж (стандарт)	Протравливание –1,5 л/т	85,0	453	440	0,0	100	6,2	51,2	30,5	20,8
Контроль без обраб.	-	82,7	442	430	6,5	-	12,7	-	38,5	-

Таблица 5 – Эффективность препарата «Арксойл» против комплекса болезней листьев озимой пшеницы на опытных полях ВНИИБЗР 2016–2017 гг.

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/т, л/га	Даты обработок: 2-кратно по вегетации: в фазы Z32 (18 апрел и Z59-61 (26 мая)			
		Пиренофороз (<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>)		Бурая ржавчина (<i>Puccinia triticina</i>)	
		Развитие на дату последнего учета, 13.06.17.	Биологическая эффективность, %	Развитие на дату последнего учета, 13.06.17.	Биологическая эффективность, %
«Арксойл» КНЭ	Протравливание 140г/т + 2-кратная обработка по вегетации – 120 г/га в фазах конец кущения и конец цветения	35,0	12,5	80,0	20,0
«Арксойл» ККР	Протравливание 100мл/т + 2-кратная обработка по вегетации – 80 мл/ в фазах конец кущения и конец цветения	30,0	25,0	80,0	20,0
Фитоспорин-М,Ж (стандарт)	Протравливание – 1,5 л/т + 2-кратная обработка по вегетации 1 л/га в фазах конец кущения и конец цветения	30,0	25,0	80,0	20,0
Контроль (без обработки)	-	40,0	-	100	-

Отличительной особенностью вегетационного сезона 2017 г. являлось позднее и значительное развитие возбудителей пиренофороза, бурой ржавчины. При низком развитии патогенов предполагается более высокая биологическая и хозяйственная эффективность, так как

уровень развития заболеваний является обязательным условием для применения нехимических фунгицидов.

По показателю продуктивной кустистости озимой пшеницы лидировал «Арксойл» ККР (таблица 6). В свою очередь, этот показатель влиял на повышение урожайности.

Таблица 6 – Хозяйственная эффективность препарата «Арксойл» на озимой пшеницы на опытных полях ВНИИБЗР 2017.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т, л/га	Кустистость		Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса	Урожай	
		общая	продуктивная			ц/га	% к контролю
«Арксойл» КНЭ	Протравливание 140г/т + 2-кратная обработка по вегетации – 120 г/га в фазах конец кушения и конец цветения	4,0	2,2	40,8	1,67	68,6	119,5
«Арксойл» ККР	Протравливание 100мл/т + 2-кратная обработка по вегетации – 80 мл/га в фазах конец кушения и конец цветения	5,0	2,4	41,2	1,70	69,9	121,8
Фитоспорин-М, Ж (стандарт)	Протравливание 1,5 л/т + 2-кратная обработка по вегетации 1 л/га в фазах конец кушения и конец цветения	4,8	2,2	40,5	1,68	68,5	119,3
Контроль (без обработки)	-	2,8	2,0	38,5	1,42	57,4	100,0
НСР ₀₅				0,7 г		1,3	

Прибавка урожайности, полученная в варианте с испытываемым препаратом Арксойл, КНЭ составила – 11,2 ц/га (или 119,5 % к контролю); ККР – 12,5 ц/га. Фитоспорин-М, Ж также способствовал увеличению урожайности на 11,1 ц/га по сравнению с контролем.

Выводы:

1. Изучение эффективности биопрепарата «Арксойл» на пшенице озимой Краснодарская 99 в условиях Краснодарского края показало его эффективность против комплекса семенной инфекции на уровне 55–77 % при значительной зараженности семян (60 %);

2. Эффективность против корневых гнилей фузариозной этиологии при низком уровне развития составило от 6,5 % до 30–35 % к концу вегетации (при значительном развитии 38,5 %); эффективность против листовых болезней: 20–25 % против пиренофороза (при эпифитотийном развитии 40,0 %) и 20 % - против бурой ржавчины (при эпифитотийном развитии 100 %).

3. Применение «Арксойла» КНЭ и ККР обеспечило значительную прибавку урожая по сравнению с контролем (без обработки) на 11,2 и 12,5 ц/га.

4. В полевых условиях отмечено повышение всхожести семян при обработке их испытываемыми опытными препаратами: 88,7 % – Арксойл КНЭ при норме расхода 140 г/т и 87,3 % для Арксойл ККР при норме 100 мл/т.

5. Выявлено повышение полевой всхожести семян, а также ростостимулирующий эффект от применения Арксойл КНЭ и Арксойл ККР, который был выражен в более интенсивной окраске листьев, мощности растений и устойчивости их к абиотическим факторам среды (ливни в мае, ветер и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В. И. Долженко. – С-Пб., 2009 г.

2. Немцев С. Н. Агрофизическое состояние чернозема выщелоченного в зависимости от последствия органических и нетрадиционных удобрений / С. Н. Немцев, С. Н. Никитин, Г. В. Сайдяшева // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2011. – № 1. – С. 18–22.

3. Никитин С. Н. Влияние различных видов органических удобрений, диатомита и биопрепарата на продуктивность озимой пшеницы / С. Н. Никитин, А. И. Захаров // АгроXXI. – 2009. – № 4–6. – С. 63–64.

4. Прянишников А. И. Качество зерна – источник здоровья нации / А. И. Прянишников, Л. В. Андреева, Т. Б. Кулеватова, Л. И. Мачихина, Е. П. Мелешкина // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 16–17.

УДК 631.461.5

МИКРОРЕЛЬЕФ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР АКТИВИЗАЦИИ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Камасин Сергей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Республика Беларусь, г. Горки.

Представлены теоретические предпосылки активизации жизнедеятельности азотфиксирующих микроорганизмов при микрорельефном способе посева, подтвержденные результатами модельных опытов.

Ключевые слова: микрорельефный способ посева, экологические ниши, пахотный горизонт, аэробные микроорганизмы, азотфиксаторы, овес, люпин.

MICRORELIEF SOILS AS A FACTOR OF ACTIVATION NITROFIXING MICROORGANISMS

Kamasin S. S.

Theoretical prerequisites for activating the vital activity of nitrogen-fixing microorganisms under the microrelief seeding method, confirmed by the results of model experiments, are presented.

Key words: microrelief method of sowing, ecological niches, aerobic microorganisms, nitrogen fixers, oats, lupins.

Одной из основных ошибок, допускаемых учёными – растениеводами при разработке технологий выращивания сельскохозяйственных культур, является недооценка роли микроорганизмов в жизни растений. Вместе с тем именно микроорганизмы первыми реализовали диалектическое противоречие между атмосферой и гидросферой, атмосферой и литосферой, основным сутью которого является углерод. Именно "хаос" углерода, то есть его возможность находиться в разных средах в силу сложившихся физико-химических условий на планете, и породил жизнь в нынешнем ее виде. Ведь углерод – это единственный химический элемент, который не может находиться в атмосфере в молекулярном или атомарном состоянии. Вся дальнейшая эволюция жизни, масштабы и скорость протекания которой определялись степенью "победы" одной из сред планеты в "битве" за углерод, осуществлялась микроорганизмами. Появление первых корневых растений способствовало ускорению процессов почвообразования на несколько порядков. Получается, что почвенные микроорганизмы не какие то "приспособленцы", питающиеся "подачками" растений, а полноправные их хозяева, осуществляющие перевод углерода из атмосферы в литосферу посредством растений.

Американскими учёными с использованием меченного CO_2 установлено, что до 40 % общей сухой массы, которая продуцировалась растениями, поступило в ризосферу с корневыми выделениями. При этом исследователи отмечают определяющую роль данного углерода в метаболизме микроорганизмов ризосферы и циклов превращения соединений азота, фосфора и серы [3]. А ведь еще в почву поступает углерод от прижизненного отмирания корневых волосков, корневых и пожнивных остатков.

В стратегическом аспекте все имеющиеся в данной почве микроорганизмы необходимы для динамического равновесия. В тактическом плане, а именно для повышения эффективного почвенного плодородия в конкретном вегетационном периоде, необходима активизация аэробных микроорганизмов в пахотном горизонте. Аэробные микроорганизмы это своеобразные "повара", которые постоянно готовят пищу для растений в виде доступных элементов питания. Аэробные микроорганизмы преобладают в поверхностном слое почвы 0–10 см, что

легко объясняется их повышенными требованиями к наличию кислорода для окислительных реакций в процессе жизнедеятельности. Повышенная микробиологическая активность поверхностного слоя почвы обусловлена ещё и тем, что здесь могут функционировать и анаэробные микроорганизмы в почвенных комочках, а также наличием большого количества органического вещества.

В опытах с меченым углеродом ^{14}C углекислого газа, еще в начале 70-х годов прошлого века, был установлен факт максимального газообмена в верхнем 0–10 см слое почвы, где в течение 1 час обновление CO_2 воздуха достигало 14–23 %, тогда как в 10–20 см слое почвы меньше на 4–5 %, а в слое почвы 40–60 см – на 1 % [1].

При микрорельефном способе посева с высотой гребней 15 см и их шириной по основанию 30 см верхний 0–10 см объём почвы увеличивается на 34 % и формируются две основные экологические макрониши:

1. Почвенные гребни (зона посева бобовых) с повышенной аэрацией и температурой, пониженной концентрацией нитратного азота, вымываемого в нижние горизонты.

2. Впадины между почвенными гребнями с повышенной влажностью, пониженной температурой и повышенной концентрацией нитратного азота, который активно поглощают злаки, а кислород, проникающий вдоль их корней, препятствует процессам оглеения почвы.

Между основными экологическими макронишами, несомненно, существуют промежуточные микрониши. Последний факт обуславливает возможность ежегодного формирования идеальных мобильных экологических ниш для максимальной азотфиксации свободноживущими и ризосферными микроорганизмами (в настоящее время известно более 200 видов ассоциативных азотфиксаторов), чего нельзя добиться при гладком способе посева. В полной мере это относится и к симбиотрофным азотфиксаторам. Уже на заре внедрения инокуляции семян бобовых, как нового агроприёма, было отмечено нулевое и даже отрицательное его влияние. По данным Г. Ф. Генералова (1957) в 625 опытах, проведённых в 25 областях РСФСР, Украины и других республик, положительные результаты получены лишь в 54 % опытов. При этом прибавки урожая в 1 ц/га и выше получены лишь в 18,4 % опытов, а в 42 % опытов установлено снижение урожая, в том числе в 11 % опытов оно составляло 1 ц/га и более [2].

Общепризнанно, что для успешной симбиотрофной азотфиксации необходим целый ряд условий: наличие вирулентного активного штамма бактерий; оптимальная кислотность почвы (рН 6–6,5); оптимальная влажность почвы (60–100 % ППВ); достаточная аэрация почвы; оптимальная температура почвы (20–30° С); отсутствие доступных для растений форм азота (NO_3^- , NH_4^+), оптимальная или стимулирующая ризосферная микрофлора и микрофауна. Причём данные факторы достаточно равнозначные по возможности и незаменимые. Вполне очевидно, что обеспечить их ежегодное и продолжительное действие при гладком способе посева не представляется возможным. Например, такие почвенные условия, как влажность, температура, степень аэрации и концентрация NO_3^- ионов, находятся в прямом противоречии. Более глубокий влажный слой почвы, как правило, менее тёплый, менее аэрируемый и содержит большое количество промытого нитратного азота, а поверхностный слой почвы редко бывает достаточно влажным. Микрорельефный способ посева существенно расширяет возможные вариации расположения оптимальных зон азотфиксации. Таковые могут располагаться даже на глубине 20–25 см от вершин почвенных гребней (10–15 см от ближайшей поверхности почвы). Экспериментальным подтверждением этого может служить фото 1, на котором можно наблюдать образование крупных клубеньков не только на главном, но и на боковых корнях люпина.

При этом уровень расположения крупных клубеньков на боковых корнях люпина не является постоянным показателем, а, наоборот, изменяется в зависимости от уровня расположения экологической ниши микрорельефа со сложившимися благоприятными условиями среды в данном году.



Фото 1 – Корни люпина узколистного при микрорельефном (слева) и гладком способах посева.

Эффективность совокупного, а правильнее сказать системного, проявления активизации симбиотрофных, diaзотрофных и свободноживущих азотфиксаторов при микрорельефном способе посева представлена в таблице.

Таблица – Расчет количества азота в урожае люпиново-овсяной смеси.

Показатели Варианты	Урожайность, ц/га	Вынос N с 1 ц зерна (семян), кг	Вынос N с урожаем, кг/га	Суммарный вынос N обоими компонентами смеси, кг/га	Усвоено N за счёт минерализации гумуса, кг/га	Усвоено N за счёт минеральных удобрений, кг/га	Усвоено N от последствий органических удобрений, кг/га	Поступление N с атмосферными осадками, кг/га	Микробиологический N в урожае		
									кг/га	%	Средний % для обоих компонентов
В-1. Контроль 1 люпин	23,0	8,43	194	289	36	19	17	10,9	111	57	43
В-2. Контроль 2. Овёс	36,7	2,59	95		36	19	17	10,9	12	13	
В-3. Люпин + овёс	11,6 20,5	8,43 2,59	98 53	151	36	19	17	10,9	68	45	45
В-4. Люпин + овёс + микрорельеф почвы	16,9 28,0	8,43 2,59	142,5 72,5	215	36	19	17	10,9	132	61	61

Поскольку данные получены расчётным путём, их нельзя считать абсолютно точными, но задача наших исследований заключалась не в определении каких-либо точных количественных параметров, а в определении заметной тенденции, необходимой для подтверждения теоретического обоснования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smith J. H. Carbon dynamics in the rhizosphere / J. H. Smith // Amer. Soc. Agron. Anny. Meet, 1991. – Madison. – 1991. – 421 с.
2. Бланкфельд Ю. И. О газообмене в почве: тезисы докладов науч. конф. профес.-препод. состава, 15–19 апреля 1963 г. – Горки : БСХА, 1963. – 81 с.
3. Генералов Г. Ф. Результаты испытания качества нитрагина на госсортоучастках // Земледелие. – 1957. – № 2 – С. 24–32.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВОЗДЕЛЫВАНИЮ ЛЬНА ПРИ РАЦИОНАЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ

- Кудрявцев Николай Александрович**, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт льна», *Россия, г. Торжок*, vniil@mail.ru
- Зайцева Людмила Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт льна», *Россия, г. Торжок*, vniil@mail.ru
- Алибеков Магомед Борисович**, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», *Россия, г. Москва*, soa-18@mail.ru
- Алырчиков Федор Васильевич**, соискатель ученой степени, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», *Россия, г. Москва*, soa-18@mail.ru
- Савоськина Ольга Алексеевна**, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», *Россия, г. Москва*, soa-18@mail.ru

В 2014–2017 гг. при агроэкологическом подходе к возделыванию льна установлено, что при инкрустировании семян льна новый препарат Авибиф С эффективен против бактериоза, антракноза и крапчатости. При обработке посевов добавление в гербицидную смесь (Хармони + Кортес + Тарга Супер) нового препарата Авибиф П обеспечило, по отношению к контролю и стандартному варианту, достоверное повышение урожайности льносоломой и льносемян.

Ключевые слова: лен, регулятор роста, фунгицид, гербицид, эффективность, урожайность.

AGROECOLOGIZING FLAX CULTIVATION IN THE RATIONAL APPLICATION PESTICIDES

*Kudryavtsev N. A., Zaytseva L. A.,
Alibekov M. B., Alirchikov F. W., Savoskina O. A.*

In 2014–2017 in the agroecologizing flax cultivation the study high efficiency of seed incrustation was shown with use of the resistance inductor Avibif S against flax disease agents *Bacillus macerans* Schard., *Colletotrichum lini* Manns et Bolley, *Ozonium vinogradovi* Kudr. It was shown that the seed treatment in combination with crop treatment by the composition including Avibif P of herbicides Kharmoni, Kortes and Targa Super obtaining yields of flax products, far exceeding the level of control and standards.

Keywords: flax, growth regulator, fungicide, herbicide, efficiency, saved yield

Для современного льноводства представляется очень важным создание зональных агроэкологизированных ресурсосберегающих высокоадаптивных технологий производства льна на основе использования агротехнологических приемов нового поколения с целью получения конкурентоспособной по цене и качеству льнопродукции.

Кроме общих вопросов экологизации, при возделывании льна важно учитывать, что волокно и семена этой культуры используются как незаменимое сырьё для производства тканей и материалов, имеющих особые гигиенические и стратегические технологические свойства (в частности, перевязочных средств в медицине, ракетного, торпедного топлива, взрывчатых веществ в ВПК, лекарственных препаратов, масла пищевого и специального назначения). Эта продукция должна быть качественной и не должна содержать выше допустимого уровня остаточных количеств пестицидов [7, 8].

Стрессы, возникающие на отдельных этапах органогенеза, приводят к нарушению метаболических функций, генеративного развития, повреждению структур и в результате – к снижению продуктивности растений. Применение соединений, индуцирующих комплекс защитных реакций, нивелирует негативное воздействие неблагоприятных факторов и способствует сохранению урожая сельскохозяйственных культур [4, 9]. К таким соединениям относятся новые препараты серии Авибиф – полифункциональные полимеры, водорастворимые концентраты. Авибиф С, ВРК (150 г/л) предназначен для предпосевной обработки семян. Авибиф П, ВРК (150 г/л) – для опрыскивания посевов культурных растений. Считается, что базовый препарат Авибиф, ВРК (полидиаллилдиметиламмоний хлорид, 150 г/л) защища-

ет сельскохозяйственные культуры от стрессовых ситуаций, например, смягчает гербицидный стресс. Он был зарегистрирован в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации» [Гос. каталог /список/ пестицидов, 2014] и находил применение при возделывании зерновых, зернобобовых культур, кукурузы, картофеля, сахарной свёклы и других культурных растений. Эффективность его применения обусловлена антибактериальным, фунгипротекторным и ростактивирующим действием, что положительно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшении качества их урожая. Препарат совместим с пестицидами и минеральными удобрениями, быстро и полностью растворяется, обеспечивая качественное приготовление рабочего раствора.

Цель данной работы – изучение влияния на фитосанитарное состояние и урожай льна-долгунца применения новых регуляторов роста и их композиций с другими пестицидами (Авибиф С /150 мл/т/, а также Авибиф С в сниженной норме применения /75 мл/т/ в смеси с фунгицидом ТМТД, ВСК (тирам, 400 г/л) /2 л/т/ для предпосевной обработки семян; кроме того, Авибиф П /150 мл/га/ в смеси с гербицидами Хармони, СТС (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг) /10 г/га/ + Кортес, СП (хлорсульфурон, 750 г/кг) /5 г/га/ + Тарга Супер, КЭ (хизалофоп-П-этил, 51,6 г/л) /1,5 л/га/ – для применения по вегетирующим растениям).

Для реализации данной цели полевые эксперименты были проведены в 2014–2017 гг. на базе Всероссийского научно-исследовательского института льна в Торжокском районе Тверской области. Они предусматривали контроль (без обработки семян), стандартные варианты (с обработкой семян ТМТД /4 л/т/ и посевов – гербицидами без регулятора роста), а также представленные выше новые варианты обработки семян и посевов льна.

Методологию эксперимента предписывали методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом [ВНИИЛ, 1978] согласно по регистрационным испытаниям пестицидов [1, 2, 3]. Постановка опыта и статистико-агрономическая оценка его результатов уточнялись в соответствии с методикой научной агрономии [6]. Учетная площадь каждой делянки полевого эксперимента в 2014–2016 гг. – 25 м². Расположение делянок – рандомизированное, повторность четырехкратная.

Агротехника возделывания льна-долгунца в полевом опыте была общепринятая для зоны. Предшественником льна в севообороте были многолетние травы. Основная обработка почвы: после уборки предшественника – лущение жнивья и зяблевая вспашка. Весенняя обработка почвы складывалась из ранней и предпосевной культивации в 1 след с последующим боронованием и в 2 следа перед посевом льна. Способ уборки и учета урожая культуры: ручное теребление льна и пересчет массы продукции после взвешивания на 100 %-ую чистоту, 12 %-ую влажность семян и 19 %-ую влажность льносолумы.

В результате работы установлено, что при обработке семян льна новый препарат Авибиф С позволяет снижать на 50 % норму применения протравителя ТМТД без снижения (и даже с эффектом повышения против бактериальных болезней) общего фитосанитарного эффекта. Прорастание семян было более дружным и полным (в лабораторных и полевых условиях) при обработке их Авибифом С /150 мл/т/ и его половинной нормой применения совместно с ТМТД /2,0 л/т/ – в сравнении с контролем (без обработки семян) и стандартным вариантом (ТМТД /4,0 л/т/). При обработке посевов добавление в гербицидную смесь (Хармони /10 г/га/ + Кортес /5 г/га/ + Тарга Супер /1,5 л/га/) нового препарата Авибиф П /150 мл/га/ ускорило рост растений, увеличило их выживаемость к периоду уборки на 1,6–3,8 %. Применение Авибифа (С и П) способствовало формированию большей (на 6,6–10,6 %) технической длины стебля, лучшей по качеству льносолумы.

Инкрустирование семян Авибифом С (как в чистом виде, так и в сочетании с ТМТД) обеспечило, по отношению к стандартному варианту, достоверное повышение урожайности льносолумы на 36,0–36,6 %, льносемян на 39,6–40,7 %. Добавление Авибифа П в гербицидную смесь повышало урожайность льносолумы на 13,5–39,1 % (при дополнительном повышении на 1 сортономер качества тресты), льносемян – на 12,9–38,9 %.

Стоимость дополнительной льнопродукции, полученной от применения Авибифа (С и П) как эффективного нового элемента технологии возделывания льна-долгунца, превосходила затраты на его реализацию в 11,19 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВИЗР. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – С.-Пб. : ВИЗР, 2009. – С. 152–163.
2. ВИЗР. Методические указания по испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве. – С.-Пб. : ВИЗР, 2009 (2). – С. 159–173.
3. ВИЗР. Методические указания по испытанию гербицидов в сельском хозяйстве. // С.-Пб. : ВИЗР, 2013. – 280 с.
4. Вихрева В. А. Применение антистрессовых препаратов при гербицидной обработке в посевах ярового ячменя / В. А. Вихрева, Т. Б. Лебедева, Е. В. Надёжка // Агрохимия. – 2011. – № 5. – С. 46–53.
5. ВНИИЛ. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. – Торжок: ВНИИЛ, 1978. – 72 с.
6. Кирюшин Б. Д. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. / Б. Д. Кирюшин // Методика научной агрономии. Ч. 2. – М. : МСХА. – 2005. – 200 с.
7. Кудрявцев Н. А. Эффективные средства защиты льна и технологии их применения : методические рекомендации / Н. А. Кудрявцев, Л. А. Зайцева. – Тверь : Твер. гос. ун-т, 2014. – С. 4.
8. Кудрявцев Н. А. Усовершенствованные технологии в льноводстве / Н. А. Кудрявцев, Л. А. Зайцева. – Тверь : Твер. гос. ун-т. – 2016. – С. 23.
9. Чирков С. В. Влияние приёмов использования регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы : Автореф. канд. дис. ... с.-х. наук. С. В. Чирков. – Пермь. 2009. – 17 с.

УДК 2413.01

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА ПОЧВЫ НА ОБРАЗ ЖИЗНИ ГЕОФИЛЬНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ

Гахраманова Гюльнар Эльдар гызы, научный сотрудник Института Зоологии НАНА, *Азербайджан*, г. Баку gulnar.m82@gmail.com

Ахмедов Барат Абдул оглы, кандидат биологических наук, Институт Зоологии НАНА, *Азербайджан*, г. Баку barat_ahmadov@yahoo.com

В ходе исследований на агроценозах озимой пшеницы было изучено влияние разных типов почвы на развитие и распространение жесткокрылых насекомых, относящихся к различным семействам. Было установлено, что химический состав почвы, ее структура, температура, влажность, аэрация, количество перегноя оказывают непосредственное влияние на развитие жесткокрылых.

Ключевые слова: агроценоз, озимая пшеница, почва, жесткокрылые, геофильные жуки.

INFLUENCE OF THE STRUCTURE AND COMPOSITION OF SOIL ON THE LIFESTYLE OF THE GEOPHILNOUS BEETLES

Gahramanova G. E., Ahmadov B. A.

In the course of the conducted researches, influence of different types of the soil on development and distribution of the beetles belonging to various families on the winter wheat agrocenosis has been studied. It has been established that the chemical composition of the soil, its structure, temperature, humidity, aeration, amount of humus, have a direct impact on development of beetles.

Key words: agrocenosis, winter wheat, soil, beetles, geophilous beetles.

Почва, являясь важным экологическим фактором, имеет большое значение для жуков, развитие определенных стадий которых, связано именно с ней. На выбранных в качестве стационарных участков агроценозах озимой пшеницы почва относилась к каштановому и темно-каштановому типу. Такие типы почв, богатые перегноем и микроэлементами, благоприятны для развития распространенных здесь жуков. С другой стороны, почвы со средней

влажностью и обилием растений периодически вспахиваются, что повышает ее аэрацию. Все это создает благоприятные условия для развития геофильных жуков в слоях почвы.

В период исследований было выяснено, что представители жуков родов *Pentodon*, *Anisoplia*, *Brancoplia*, *Zabrus*, *Oxythera* предпочитают слабокислые, нейтральные и слабощелочные почвы.

Наблюдения показали, что на орошаемых почвах число хлебных жужелиц, жуков кузек и щелкунов было меньше, чем на неорошаемых. Причиной этому является то, что во время поливов камеры и проложенные жуками и личинками ходы размываются водой. Было отмечено меньшее распространение личинок жука кузьки на орошаемых агроценозах озимой пшеницы относительно неорошаемых стационаров.

Было установлено, что излишняя засушливость и, наоборот, влажность оказывают отрицательное воздействие на жуков, большая часть стадий развития которых связана с почвой (*Agriotes lineatus*, *Pentodon idiota*, *Anisoplia austriaca*, *A. farraria*, *A. austriaca major*, *Brancoplia leucaspis*). Было отмечено, что при засушливых условиях их личинки мигрируют в нижние слои почвы, а при повышенной влажности – на верхние.

Личинки видов *Pentodon idiota* и *Omophlus proteus* при недостатке влажности мигрируют к самой поверхности почвы. На засушливых стационарных участках число личинок крупных размеров преобладало над числом личинок меньших размеров. Это свидетельствует о большей выносливости крупных личинок старшего возраста по сравнению с мелкими личинками младшего возраста.

Температура и влажность почвы оказывают значительное влияние на глубину проникновения личинок в почву. Весной личинки поднимаются на самые верхние слои почвы (1–5 см), что связано с наличием благоприятных условий (температура, влажность и кормовая база), необходимых для развития личинок. Так, весной, помимо прорастания семян культурных растений, также прорастают семена диких растений, что привлекает различных насекомых, которыми питаются в том числе и личинки хлебных жуков. Летом, при повышении температуры и высыхании верхних слоев почвы, личинки мигрируют в относительно глубокие слои. В период осенней относительной нормализации показателей температуры и влажности почвы личинки вновь поднимаются в верхние слои почвы. Зимой связанная с понижением температуры, миграция личинок в глубь почвы достигает самых больших значений (20–30 см).

Были изучены перемещения в почве различных стадий *A. austriaca* (рисунок 1). Было установлено, что самки жуков откладывают яйца в мае-июне, в почве на глубине 8–15 см. При рассмотрении срезов почвы на стационарных участках на глубине 5–25 см, отмечались личинки различных возрастов (июнь-март).

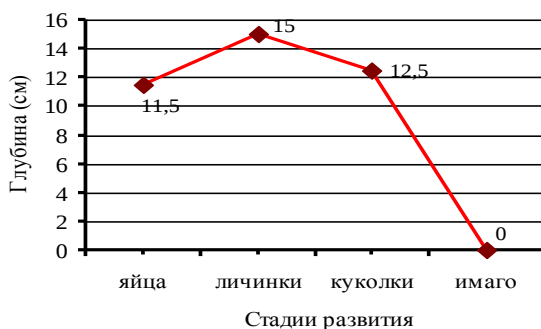


Рисунок 1 – Расположение на различной глубине в почве стадий вида *A. austriaca*

Куколки жуков были отобраны в почве на глубине 10–15 см (апрель–май). Развитие и деятельность имаго связаны с поверхностными слоями почвы (май – июль).

На опытных участках также велись наблюдения за развитием в почве различных стадий вида *Z. tenebrioides longulus*. Самки жуков откладывают яйца на глубине 5–10 см в зависимости от влажности и количества перегноя в составе почвы (сентябрь – октябрь). Вышедшие из яиц личинки располагались в почве на глубине 10–20 см, в зависимости от возрастной группы и температуры почвы (октябрь – апрель). Следует отметить, что на участках исследова-

ния, приблизительно в середине декабря, в почве на глубине 26 см были обнаружены личинки *Z. tenebrioides longulus* в состоянии зимней диапаузы. Куколки же этого вида были найдены в почве на глубине 19 см. Образ жизни взрослых особей, вышедших из куколок, связан непосредственно с поверхностными слоями почвы (май – июль) (рисунок 2).

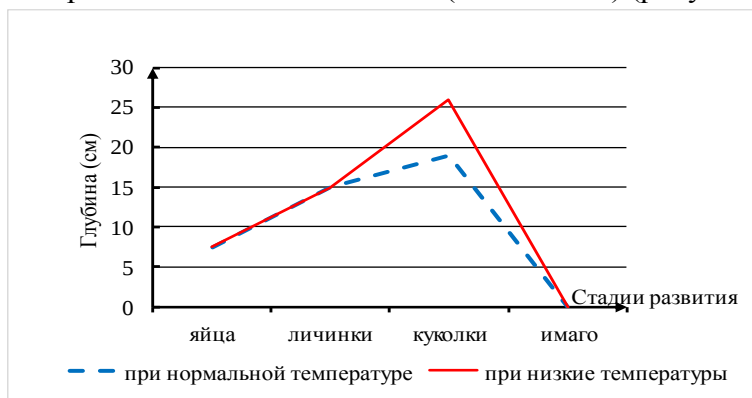


Рисунок 2 – Расположение в слоях почвы различных стадий развития *Zabrus tenebrioides longulus*

Из вышесказанного следует вывод, что почва является одним из важных абиотических факторов, влияющих на развитие почвенных геофильных организмов (в наших исследованиях – это жуки).

УДК 576.80:632.4:633.63

СНИЖЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ФОМОЗОМ И ЦЕРКОСПОРОЗОМ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Сумская Марина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории эколого-микробиологических исследований почвы ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова», **Россия**, г. Воронеж, п. Рамонь, vniiss@mail.ru

Грибанова Нина Павловна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ЦМС ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова», **Россия**, г. Воронеж, п. Рамонь, vniiss@mail.ru

В полевом опыте изучалось влияние обработки семенных растений сахарной свеклы в период вегетации биопрепаратом фитоспорин и бактериальной суспензией штамма *Bacillus subtilis* 20 на стабилизацию численности микромицетов филлопланы семенных растений сахарной свеклы и снижение распространения церкоспороза и фомоза в период вегетации.

Ключевые слова: семенные растения, биопрепарат фитоспорин, церкоспороз, фомоз, микромицеты, бактериальная суспензия штамма *Bacillus subtilis* 20.

STABILIZATION OF LEAF SURFACE MICROMYCETE NUMBER AND REDUCTION OF PHOMOSIS AND CERCOSPOROSIS DISEASE SPREADING IN SUGAR BEET SEED-BEARING PLANTS AT PROPAGATION PLOTS LOCATED IN WINTER WHEAT FIELDS

Sumskaya M. A., Gribanova N. P.

In field experiment, influence of sugar beet seed-bearing plant treatment with the phytosporin biologic and bacterial suspension of the *Bacillus subtilis* 20 strain during vegetation period upon stabilization of leaf surface micromycete number of sugar beet seed-bearing plants and reduction of phomosis and cercosporosis disease spreading during vegetation have been studied.

Keywords: seed-bearing plants, phytosporin biologic, cercosporosis, phomosis, micromycetes, bacteria suspension of the *Bacillus subtilis* 20 strain.

Перспективными являются технологии, решающие одновременно несколько задач: защита растений от болезней и вредителей, повышение урожайности культур и качества сельскохозяйственной продукции. Одним из важнейших направлений в повышении посевных

характеристик семян и успешного развития растений в процессе вегетации является подавление семенной инфекции.

Применение бактерий рода *Bacillus subtilis* для защиты растений обусловлена их способностью продуцировать вещества, активные в отношении широкого спектра микроорганизмов-возбудителей болезней растений.

Выделенные нами препаративные формы штаммов *Bacillus subtilis* в виде сухого порошка были проверены на антагонистические свойства по отношению к микромицетам и дали положительный результат. В полевом опыте мы двукратно обрабатывали семенные растения сахарной свеклы по вегетации бактериальной суспензией аборигенного штамма *Bacillus subtilis* № 20 в дозах 1 и 2 млрд/г КОЕ. В качестве эталона был взят Фитоспорин в дозе 2 млрд/г КОЕ.

Материалы и методы. Научные исследования проводились на базе отдела семеноводства и семеноведения ВНИИСС в полевом опыте с использованием общепринятых методик: Б. А. Доспехов, 1985[1]; ГОСТ по определению качественных показателей семян [2]; методика определения качественных показателей сырья свеклосемян [3]; методика определения семенной инфекции – Р. Г. Бутенко [4]; методика определения численности микроорганизмов [5]; рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений [6]. Объектами исследований являлись семенные насаждения сахарной свеклы компонентов гибрида отечественной селекции РМС-120 в посевах озимой пшеницы. Площадь учетной делянки 12 м², повторность 3-кратная. На семенных плантациях маточные корнеплоды высаживались по схеме 70 × 70 см в III декаде апреля.

Схема полевого опыта:

1. *Bacillus subtilis*, 2 млрд/г КОЕ
2. *Bacillus subtilis*, 1 млрд/г КОЕ
3. Фитоспорин, 2 млрд/г КОЕ
4. Контроль

Сроки обработки семенников сахарной свеклы:

1. Стадия бутонизации – начало цветения через 15 дней
2. Стадия плодоношения у основной массы растений

Как известно, в определенных условиях, при значительном увеличении численности микромицетов они могут провоцировать развитие болезней сахарной свеклы. В этой связи было отслежено влияние обработки фитоспорином и бактериальной суспензией *Bacillus subtilis* на рост и развитие микромицетов филлопланы семенников сахарной свеклы. В июне было отмечено уменьшение численности микромицетов относительно контроля при обработке фитоспорином на 14 %, при обработке бактериальной суспензией в дозах 1 и 2 млрд/г КОЕ на 9 и 12 % соответственно. В августе численность микроскопических грибов также была ниже относительно контроля в варианте с фитоспорином на 14 %, в вариантах с бактериальной суспензией в дозах 1 и 2 млрд/г КОЕ на 20 и 36 % соответственно.

В задачи исследований также входило установить влияние обработки семенников сахарной свеклы бактериальной суспензией *Bacillus subtilis* на пораженность листового аппарата церкоспорозом и фомозом. Наблюдения показали, что в начале сентября на листьях появились достаточно большие площади поражённости церкоспорозом и фомозом. Максимальная степень поражённости церкоспорозом отмечалась в контроле – 75 %. В остальных вариантах с обработкой фитоспорином и бактериальной суспензией установлено достоверное снижение степени развития церкоспороза на 16–29 %. Степень поражённости фомозом была максимальной также в контроле – 66 %. В остальных вариантах она была ниже на 29–49 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта [текст] / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. ГОСТ Р 54044–2010. Семена сахарной свеклы. Посевные качества. Общие технические условия. – Введ. 2010–10–30. – М. : Стандартинформ, 2011. – 15 с.

3. Бартенев И. И. Качественные показатели сырья свеклосемян и методика их определения / И. И. Бартенев, В. С. Пивоваров, С. А. Козлов // Сахарная свекла. – 2010. – № 7. – С. 26–29.
4. Бутенко Р. Г. Биотехнология растений: культура клеток / Р. Г. Бутенко, – М. : Изд-во ВО «Агропромиздат», 1989. – 281 с.
5. Теппер Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – М. : Дрофа, 2004. – 255 с.
6. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений Всероссийский НИИ защиты растений. – Воронеж, 1984 г. – 232 с.

УДК 632.4:633

ВРЕДНОСНОСТЬ ГРИБА *FUSARIUM CULMORUM* НА СЕМЕНАХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Скрябин Ярослав Сергеевич, магистрант Агрономического факультета ФБГОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», *Россия, г. Новосибирск*

Казакова Ольга Александровна, кандидат биологических наук, доцент ФБГОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», *Россия, г. Новосибирск*

В статье представлены данные оценки вредоносности гриба *Fusarium culmorum* на семенах полевых культур. В результате проведенных исследований абсолютно устойчивых полевых культур к заражению грибом *Fusarium culmorum* обнаружено не было. Все исследуемые полевые культуры по степени устойчивости к заражению семян грибом *Fusarium culmorum* были разделены на умеренно восприимчивые (овес, подсолнечник, рапс); восприимчивые (ячмень, гречиха) и высоко восприимчивые (пшеница, полба, горох, соя, хлопчатник).

Ключевые слова: *Fusarium culmorum*, семена полевых культур, вредоносность, лабораторная всхожесть, длина проростка, длина корней, число корней, степень влияния фактора.

PHYTOTOXICITY OF FUNGUS *FUSARIUM CULMORUM* ON THE SEEDS OF FIELD CROPS

Skryabin Y. S., Kazakova O. A.

The funguses of the genus *Fusarium* are widely distributed in nature. The species of this genus, as well as other microfunguses, are involved in the general circuit of substance in nature. With a great diversity of enzymes, they are capable of destroying organic compounds.

Keywords: *Fusarium culmorum*, seeds of field crops, phytotoxicity, laboratory germination, the length of sprout, the length of roots, number of roots, the degree of factor influence.

Введение. Основу рациона человека со времён возникновения земледелия в большинстве регионов мира составляют семена, в первую очередь культурных злаков (пшеницы, риса, кукурузы и др.). Главное питательное вещество, с которым человечество получает наибольшее число калорий, – крахмал, содержащийся в семенах злаков. Важным источником белка для человечества являются семена бобовых растений – сои, фасоли и др.

Однако известно, что через семена сельскохозяйственных культур передается 65 % возбудителей опасных заболеваний. Среди них – грибы рода *Fusarium*, поражающие более 150 видов растений [1–3]. К наиболее распространенным фузариозным заболеваниям сельскохозяйственных культур относятся корневая гниль и трахеомикозное сосудистое увядание растений [4–6]. На данный момент основной задачей аграрного производства является получение здоровых и высококачественных семян сельскохозяйственных культур.

Цель работы – изучение вредоносности гриба *Fusarium culmorum* на семенах полевых культур (зерновых, зернобобовых, технических).

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2017 г. в лаборатории фитосанитарной диагностики и прогноза НГАУ. Материалы исследования – семена полевых культур, здоровые и зараженные грибом *Fusarium culmorum*.

Гриб был взят из коллекции фитопатогенных грибов кафедры защиты растений. Исследуемый гриб выделен из семян яровой пшеницы, выращенных в Новосибирской области. Для определения вредоносности гриба *Fusarium culmorum* его выращивали на жидкой питательной среде КДА в течение 10 дн. Перед закладкой эксперимента культуральную жидкость отделяли от мицелия фильтрованием. Простерилизованные семена полевых культур замачивали в культуральной жидкости на 24 час для осуществления процесса заражения. Контрольные семена замачивали в воде. Затем семена раскладывали на фильтровальную бумагу и инкубировали в течение 7 дн. Семена зерновых культур закладывали на фильтровальную бумагу методом «влажных рулонов», семена зернобобовых, технических и кормовых культур – методом «влажной камеры» (по ГОСТ 12044–93). Вредоносность гриба определяли по снижению всхожести семян, уменьшению числа первичных корней, укорочению длин корней и ростка.

Результаты исследования. Влияние гриба *Fusarium culmorum* на посевные качества семян зерновых культур представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние гриба *Fusarium culmorum* на качество семян зерновых культур

Культуры	Изменение (отклонение от контроля), %				
	Лабораторная всхожесть	Распространенность симптомов корневой гнили	Длина проростка	Длина корней	Число корней
Овес	-26,0*	+8,0*	-34,0*	-31,0*	-11,0*
Ячмень	-46,0*	+86,0*	-92,0*	-63,0*	-59,0*
Пшеница	-84,0*	-	-87,0*	-66,0*	-20,0*
Полба	-92,0*	-	-90,0*	-94,0*	-71,0*
Примечание: *различия с контролем достоверны на 5% уровне значимости					

Результаты исследований показали, что заражение грибом *Fusarium culmorum* оказало негативное влияние на посевные качества всех исследуемых зерновых культур. Лабораторная всхожесть семян снижалась от 26 до 92 %. Самой устойчивой культурой к заражению грибом *Fusarium culmorum* оказался овес. Распространение корневой гнили на нём составляло около 8 %, в отличие от других зерновых культур. Он в 3,5 раза более устойчив, чем пшеница и полба. Самое большое негативное влияние *Fusarium culmorum* оказал на семена полбы и пшеницы. На этих культурах отмечено резкое уменьшение всхожести, длины проростка и корней. Ячмень умеренно восприимчивая культура. Он занимал по устойчивости промежуточное положение между пшеницей и овсом. Различия по всем показателям и вариантам были достоверными на 5% уровне значимости.

Дальнейшим этапом работы было изучение влияния гриба *Fusarium culmorum* на рост и развитие проростков зернобобовых культур: гороха и сои (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние гриба *Fusarium culmorum* на качество семян зернобобовых культур

Культуры	Изменение (отклонение от контроля), %		
	Лабораторная всхожесть	Распространенность симптомов корневой гнили	Длина проростка
Горох	-50,0*	+96,0*	-81,0*
Соя	-56,0*	+92,0*	-81,0*
Примечание: *различия с контролем достоверны на 5% уровне значимости			

Fusarium culmorum оказывал негативное влияние и на зернобобовые культуры: горох и сою. Вредоносность гриба *Fusarium culmorum* на этих культурах была примерно одинаковой. Лабораторная всхожесть снижалась в 2 раза по сравнению с контролем, при этом распространенность корневой гнили увеличивалась почти на 100 %. Проростки из зараженных семян были намного менее жизнеспособны и с высокой вероятностью при посеве могут погиб-

нута в почве еще до момента появления на поверхности почвы. Различия по всем показателям и вариантам были достоверными на 5 % уровне значимости.

Влияние заражения семян грибом *Fusarium culmorum* на рост и развитие проростков технических культур (рапс, подсолнечник, хлопчатник, гречиха) представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние гриба *Fusarium culmorum* на качество семян технических культур

Культуры	Изменение (отклонение от контроля), %		
	Лабораторная всхожесть	Распространенность симптомов корневой гнили	Длина проростка
Рапс	-13,0	+10,0	-22,0
Подсолнечник	-26,0*	+16,0*	-26,0*
Хлопчатник	-60,0*	+92,0*	-44,0*
Гречиха	-48,0*	+98,0*	-77,0*
Примечание: *различия с контролем достоверны на 5% уровне значимости			

Наиболее восприимчивыми культурами к заражению семян *Fusarium culmorum* оказались хлопчатник и гречиха. По рапсу различия между контролем и опытом оказались статистически недостоверны.

Таким образом, в результате проведенных исследований абсолютно устойчивых полевых культур к заражению грибом *Fusarium culmorum* выявлено не было. Все исследуемые полевые культуры по степени устойчивости к заражению семян грибом *Fusarium culmorum* были разделены на умеренно восприимчивые (овес, подсолнечник, рапс); восприимчивые (ячмень, гречиха) и высоко восприимчивые (пшеница, полба, горох, соя, хлопчатник).

ЛИТЕРАТУРА

1. Билай В. И. Фузариоз / В. И. Билай. – Киев : Наукова Думка, 1977. – 288 с.
2. Вогралик П. М. О токсинообразующих грибах / П. М. Вогралик // Медицина и образование в Сибири: электронный журнал. – 2008. – № 3. – С.14.
3. Левитин М. М. Фузариоз колоса зерновых культур / М. М. Левитин // Защита и карантин растений. – № 1. – 2002 – С. 16.
4. Микотоксины фузариозной пшеницы. Особенности ее приемки, хранения и переработки // Обзорная информация / Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований, М. – 1992. – 42 с.
5. Монастырский О. А. Способность сортов пшеницы, тритикале и ячменя накапливать в зерне фузариотоксины / О. А. Монастырский, Н. Н. Алябьева, Л. Н. Шубина, И. А. Деренкова // Защита растений. – 2007. – № 10. – С. 19–21.
6. Монастырский О. А. Способность сортов пшеницы, тритикале и ячменя накапливать в зерне фузариотоксины / О. А. Монастырский, Н. Н. Алябьева, Л. Н. Шубина, И. А. Деренкова // Защита и карантин растений. – № 10. – 2007 – С. 19.

УДК:551.581: 631/635

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Шарипова Разида Бариевна, кандидат географических наук, ст. научный сотрудник, ФГБНУ Ульяновский НИИСХ, Россия.

В условиях изменения климата анализируется влияние природно - климатических факторов на эффективность производства, а также предлагаются адаптивные меры, повышающие устойчивость сельского хозяйства к экологическим и климатическим изменениям.

Ключевые слова: климатообусловленная урожайность, изменение климата, адаптация, посевная площадь, минеральные удобрения, техническая оснащенность.

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON CROP PRODUCTION IN ULYANOVSK REGION

Sharipova R .B.

In climate change terms we analyze natural - climatic factors impact on production efficiency, and also we offer the adaptive measures that increase agriculture's resilience to environmental, economic and climate change.

Keywords: they include climate-cause productivity, climate change adaptation, crop area, fertilizers, technical equipment.

В последние годы одной из актуальных мировых проблем является достижение устойчивого развития зернопроизводящих регионов в условиях глобальных климатических изменений и нарушения стабильности климата. Амплитуда климатических изменений существенно возрастает, и это негативно отражается на сельскохозяйственном производстве всей России, и в частности в Ульяновской области [1, 3, 6].

В 2010 году ущерб понесли все сельские районы области, а их – 21. В 545 хозяйствах пострадали посевы зерновых культур, в 122 хозяйствах – подсолнечник, в 102 – однолетние травы. На 145,6 тыс. га недополучено 158 тыс. т зерна.

Климат меняется, и изменения сильно различаются в зависимости от региона. Повышение температуры в регионе с 1961 по 2010 гг. составило 1,7°C за 50 лет [3, 6]. Климатообусловленная урожайность зерновых культур в Ульяновской области, в зависимости от зоны, колеблется от 19 до 30 %, в среднем по области 25 %. Состояние сектора производства зерновых культур в области оценим по нескольким экономическим индикаторам.

Таблица 1 – Динамика посевных площадей сельскохозяйственных культур в Российской Федерации и Ульяновской области (тыс. га)

Показатель	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2015 г. в % к 1990 г.
Российская Федерация							
Вся посевная площадь	117705	102540	84670	75837	75188	79300	67,3
Зерновые культуры	63068	54705	45585	43593	43194	43076	68,3
% зерновых культур	53,5	53,3	53,8	57,4	57,4	54,3	
Технические культуры:	6111	6476	6458	7615	10900	8914	145,8
сахарная свекла	1460	1085	805	799	1160	1018	69,7
подсолнечник	2739	4127	4643	5568	7153	6800	248,0
Кормовые культуры	44560	37056	28899	21610	18288	17083	38,3
Ульяновская область							
Вся посевная площадь	1644	1567	1128	782	989	1010	61,4
Зерновые культуры	983	872	651	465	596	579	58,9
% зерновых культур от посевн. пл.	59,7	55,6	57,7	59,4	60,2	57,3	
Технические культуры	76,6	87,3	84,9	62,4	161,6	233,3	304,1
сахарная свекла	15,3	13,9	10,0	8,6	14,4	13,5	88,2
подсолнечник	60,1	45,4	73,3	52,6	123,0	185,9	309,3
Кукуруза	179,3	162,3	346,7	16,6	23,2	22,8	12,7
Кормовые культуры	535,5	556,7	72,7	209,4	151,6	169	31,5

Посевные площади и площади зерновых культур, как в Российской Федерации, так и в Ульяновской области, с 1990 г. сократились в среднем на 30–40 %, при этом процент площади зерновых культур от всей посевной площади РФ увеличивался и в 2005 г. достиг максимального значения (57,4 %), а в регионе – 60,2 % в 2010 г. (таблица 1) [4, 5].

Площадь кормовых культур в стране снизилась в 2,6 раза, в области в три раза, а технических культур возросла соответственно в 1,5 и 3 раза. Сократились площади, отводимые под сахарную свеклу (11,8–30,3 %).

Принято считать, что прирост урожайности обеспечивается за счет внесения удобрений, поэтому следующим индикатором является применение средств химизации [2].

Таблица 2 – Внесение удобрений и химических средств защиты растений и проведение защитных мероприятий в сельскохозяйственных организациях Ульяновской области в сравнении с Российской Федерацией.

Показатель	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2015 г. в % к 1990 г
Российская Федерация							
Внесено минеральных удобрений:							
Всего, тыс. т	9900	1500	1400	1419	2050	2000	20,2
На 1 га посева, кг	88	17	19	25	17	33	37,5
Внесено органических удобрений:							
Всего, млн. т	389,5	127,4	67,1	50,4	55,0	64,2	16,4
На 1 га посева, т	3,5	1,4	0,9	0,9	1,0	1,3	37,1
Ульяновская область							
Внесено минеральных удобрений:							
Всего, тыс. тонн д. в.	181,5	10,8	14,2	11,1	23,6	20,8	11,4
На 1 га посева, кг	115	7,5	14	17,8	34,8	21	18,2
Внесено органических удобрений:							
Всего, тыс. т	6426	1167	260	266	164	1003	15,6
На 1 га посева, т	4,1	0,8	0,3	0,4	0,2	0,3	7,3
Борьба с сорняками, тыс. га	426	172	90	202	423	361,1	84,7
Борьба с вредителями, тыс. га	101	85	74	51	52	116,9	115,7
Борьба с болезнями, тыс. га	329	19	11	31	24	54,04	16,4
Протравливание, тыс. т.	167	136	81	80	109	87	52,1

По данным таблицы 2, внесение минеральных удобрений в 2015 г. по отношению к 1990 г., как в Российской Федерации, так и в Ульяновской области снизилось на 88,6–79,8 %, органического удобрения на 83,6–84,4 % соответственно. Борьба с болезнями и сорняками в области уменьшилось в отношении к 1990 году на 83,6 и 15,3 %.

Следующий важный показатель – техническая вооруженность сельскохозяйственных предприятий.

Таблица 3 – Наличие сельскохозяйственной техники в сельском хозяйстве Ульяновской области, ед.

Наименование с.-х. техники	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2015 г в % к 1990 г.
Тракторы	7640	6578	10254	5436	4752	4641	60,7
Зерноуборочные комбайны	7248	5377	3282	1778	1849	1731	23,8
Свеклоуборочные комбайны	275	204	116	109	31	23	8,3
Кормоуборочные комбайны	1909	1419	827	750	249	172	9,0

По данным таблицы 3, наблюдается значительное сокращение количества сельхозтехники у предприятий за период 1990–2015 гг. В частности, общее количество тракторов уменьшилось на 39,3, зерноуборочных комбайнов на 76,2, свеклоуборочных и кормоуборочных комбайнов примерно на 91 %. Предлагается возможность использования следующих мер:

- В связи с увеличением продолжительности вегетационного периода и теплообеспеченности – расширение посевов более позднеспелых и более высокоурожайных сортов зерновых и бобовых, подсолнечника, сои, а также позднеспелых сортов кормовых культур.
- Инвестиции в лесонасаждение и восстановление лесных массивов, а также повторное внедрение этих механизмов в качестве эффективных и традиционных адаптационных мер, направленных на повышение стабильности землепользования.
- Назрела необходимость вкладывать средства в научные исследования и разработки, адаптационных стратегий, основанных на конкретных данных.
- Необходимо выведение культур, более устойчивых к изменению климатических условий, особенно – к высоким температурам и засухам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глобальное изменение климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве. – М. : Рос-сельхозакадемия, 2009. – 518 с.
2. Немцев С. Н. Тенденции изменений климата и их влияние на продуктивность зерновых культур Ульяновской области / С. Н. Немцев, Р. Б. Шарипова // Земледелие. – 2012. – № 2. – С. 3–5.
3. Переведенцев Ю. П. Изменение основных климатических показателей на территории Ульяновской области / Ю. П. Переведенцев, Р. Б. Шарипова // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Вып. 6–1. – С. 136–144.
4. Переведенцев Ю. П. Агроклиматические ресурсы Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур / Ю. П. Переведенцев, Р. Б. Шарипова, Н. А. Важнова // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Вып. 2. – С. 120–126.
5. Переведенцев Ю. П. Современные тенденции изменения климата в Приволжском федеральном округе / Ю. П. Переведенцев, Н. А. Важнова, Э. П. Наумов, К. М. Шанталинский, Р. Б. Шарипова // Георесурсы. – 2012. – № 6 (48). – С. 19–24.
6. Шарипова Р. Б. Современные изменения климата и агроклиматических ресурсов на территории Ульяновской области : Автореф. дисс. ... канд. географ. наук / Р. Б. Шарипова. – Казань, 2012. – 24 с.

УДК 632.931.1

ХИТОЗАН КАК ИНДУКТОР СИНТЕЗА ФИТОАЛЕКСИНА И ФИТОФТОРОУСТОЙЧИВОСТИ КЛЕТОК КАРТОФЕЛЯ

- Варламов Валерий Петрович**, доктор химических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», *Россия*, Московская область, vnitibp@mail.ru
- Албулов Алексей Иванович**, доктор биологических наук, профессор, , ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», *Россия*, Московская область, vnitibp@mail.ru
- Фролова Марина Алексеевна**, доктор биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», *Россия*, Московская область, vnitibp@mail.ru
- Гринь Андрей Владимирович**, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», *Россия*, Московская область, vnitibp@mail.ru

Установлено, что хитозан различной молекулярной массы обладает разной способностью индуцировать в тканях картофеля фитоалексин ришатин. Максимальной активностью обладает хитозан с молекулярной массой 5 кДа. Кроме того, низкомолекулярный хитозан проявляет способность вызывать как локальную, так и системную продолжительную фитофтороустойчивость.

Ключевые слова: низкомолекулярный хитозан, фитоалексины, фитофтороустойчивость, некрозообразующая активность.

HITIZAN AS AN INDUCTOR OF SYNTHESIS OF PHYTOALEXINE AND PHYTOPHTHROPHY STABILITY OF POTATO CELLS

Varlamov V. P., Albulov A. I., Frolova M. A., Grin A. V.

It has been established that chitosan of different molecular weight has a different ability to induce phytoalexin rishatin in potato tissues. The maximum activity is possessed by chitosan with a molecular mass of 5 kDa. In addition, low molecular weight chitosan shows the ability to cause both local and systemic long-term phytophthora resistance.

Key words: low-molecular chitosan, phytoalexins, phytophthora resistance, necrosis-forming activity.

Важным элементом современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур является применение биологически активных и экологически безопасных средств защиты растений. В связи с этим хорошие перспективы имеет направление по индуцирова-

нию неспецифической устойчивости, основанное на усилении собственных защитных механизмов растений при помощи элиситоров [1, 4].

Для того чтобы увеличить урожай, улучшить его качество, повысить устойчивость растений к неблагоприятным факторам, болезням и вредителям, необходимо применять средства защиты растений, не накапливающиеся в почве, растениях и организмах животных и человека, легко деградируемые в природной среде. Всем этим требованиям отвечает хитозан – биополимер природного происхождения.

Механизм защитного действия хитозана заключается в индуцировании усиленного синтеза собственных гидролаз растениями после их обработки [3]. Под действием этих ферментов происходит разрушение клеточных стенок бактерий и фитопатогенных грибов, что значительно повышает устойчивость растений к болезням. С другой стороны, повышение защитных реакций растений наблюдается благодаря блокированию растительными лектинами ряда ферментов у патогенных микроорганизмов, синтезу ингибиторов факторов патогенности возбудителей заболеваний, что приводит к нарушению нормального развития фитопатогенов.

Отмечена индукция хитозаном лигнификации клеточных стенок у растений. Отложение лигнина служит естественной преградой на пути паразита к содержимому растительных клеток, что делает лигнификацию клеточных стенок важным фактором в контроле защитных ответов на поражение и развитие различных инфекций.

Биологическая активность хитозана, выступающего в качестве ростостимулятора и индуктора болезнеустойчивости сельскохозяйственных растений, в большой степени зависит от молекулярной массы этого биополимера. Низкомолекулярный хитозан (ММ 5–20 кДа) обладает активностью на порядок выше, чем исходный высокомолекулярный биополимер. Низкомолекулярный хитозан и его соли, полученные ферментативным гидролизом из хитозана краба, образуют устойчивые водные растворы и сохраняют при этом все свойства исходного материала, обычно растворимого только в кислой среде.

Таким образом, разработка экологически безопасных биологических препаратов, альтернативных химическим пестицидам, с целью эффективной защиты культурных растений от болезней и получения высоких и качественных урожаев является приоритетной задачей в современном сельском хозяйстве.

Материалы и методы. Низкомолекулярный хитозан (молекулярная масса 5–24 кДа) получали ферментативным гидролизом крабового хитозана (молекулярная масса 200 кДа, степень деацетилирования 85 %) комплексом хитиназ *Streptomyces kurssanovi* [5].

Объектом исследований служили клубни картофеля сорта Истринский (*Solanum tuberosum*) с геном фитофтороустойчивости R1. В качестве фитопатогена использовали расу *Ph. infestans*, несовместимую с сортом картофеля Истринский.

Оценку результатов инфицирования тканей клубней картофеля, обработанных предварительно низкомолекулярным хитозаном, осуществляли при использовании трех моделей:

- оценка локальной фитофтороустойчивости тканей картофеля;
- оценка способности препаратов хитозанов вызывать системную устойчивость;
- оценка продолжительности системной устойчивости [2].

Для определения фитоалексинов использовали метод «инфекционных лунок».

Результаты и их обсуждение. Устойчивость растений к фитопатогенам основана на разнообразных механизмах защиты. К их числу относится образование индуцированных антибиотиков-фитоалексинов. Этот защитный механизм может индуцироваться хитозаном. Для исследования способности хитозана индуцировать в тканях клубней картофеля фитоалексин ришитин брали хитозаны с молекулярной массой 200, 24 и 5 кДа в концентрациях 3000, 1000 и 100 мкг/мл. Как показали результаты проведенных исследований, фитоалексин-индуцирующая активность хитозана тем выше, чем ниже его молекулярная масса и выше концентрация. Максимальная индукция наблюдалась при наивысшей из испытанных концентраций и снижалась до нуля при концентрации 100 мкг/мл, причем хитозан с молекулярной массой 24 кДа индуцировал значительно меньше ришитина, чем хитозан с молекулярной массой 5 кДа, а исходный хитозан совсем не индуцировал его образование.

Образование фитоалексина в тканях растений связано с некротизацией пораженных клеток, откуда поступает сигнал к синтезу фитоалексина в прилегающих тканях, что, в свою

очередь, приводит к локализации распространения инфекции. Некрозообразующая активность хитозана с различной молекулярной массой представлена в таблице.

Таблица – Некрозообразующая активность хитозана, %

Концентрация хитозана, мкг/мл	Молекулярная масса хитозана, кДа		
	5	24	200
3000	363	447	143
1000	253	194	140
100	268	186	139
Контроль	100	100	100

Из данных, представленных в таблице, видно, что некрозообразующая активность хитозана находится в зависимости от его молекулярной массы и концентрации растворов хитозана. Наибольшей активностью обладает хитозан с молекулярной массой 5 кДа, при этом он сохраняет некрозообразующую активность при более низких концентрациях. Так, при концентрации раствора хитозана 1000 мкг/мл некрозообразующая активность хитозана с молекулярной массой 5 кДа была выше, чем у хитозана с молекулярной массой 24 кДа в 1,3 раза, а с молекулярной массой 200 кДа – в 1,8 раза, при концентрации 100 мкг/мл – в 1,4 и 1,9 раза соответственно.

Способность низкомолекулярного хитозана индуцировать системную продолжительную фитофтороустойчивость определяли на низкомолекулярном хитозане с молекулярной массой 5 кДа, как наиболее активном индукторе фитофтороустойчивости. Он был испытан в концентрациях 100 и 1000 мкг/мл. Опыты показали, что низкомолекулярный хитозан индуцирует фитофтороустойчивость картофеля во всей толще тканей. Наибольшую устойчивость показала концентрация 1000 мкг/мл. Таким образом, низкомолекулярный хитозан с молекулярной массой 5 кДа вызывает как локальную, так и системную фитофтороустойчивость картофеля.

Для оценки продолжительности индукции фитофтороустойчивости целые клубни картофеля, обработанные хитозаном 5 кДа в концентрации 1000 мкг/мл, хранили при 4°C в течение 7 (первый срок) и 30 дн (второй срок), а затем определяли индуцированную устойчивость по всей толще тканей клубня. Установлено, что устойчивость проявляется не только в поверхностных, но и в центральных тканях клубней и является продолжительной, сохраняясь не менее месяца со дня обработки.

Выводы. Установлено, что хитозаны различной молекулярной массы обладают разной способностью индуцировать в тканях картофеля фитоалексин ришитин. Максимальной активностью обладает хитозан 5 кДа. Низкомолекулярный хитозан 5 кДа обладает способностью вызывать как локальную, так и системную продолжительную фитоустойчивость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васюкова Н. И. Производные хитина и хитозана как элиситоры фитофтороустойчивости картофеля / Н. И. Васюкова, Г. И. Чаленко, А. Г. Герасимова, Е. А. Переход, О. Л. Озерцовская, А. В. Ильина, В. П. Варламов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. – 36(4). – С. 433–438.
2. Переход Е. А. Олигосахарины при фитофторозе картофеля : Дис. ... канд биол. наук / Е. А. Переход. – М. : 1997.
3. Тютерев С. Л. Научные основы индуцированной болезнеустойчивости растений / С. Л. Тютерев. – С-Пб.: ВИЗР, 2002. – 328 с.
4. Чертова Т. С. Биологически активные вещества в защите растений / Т. С. Чертова // Защита и карантин растений. – 2000. – № 6. – С. 58–62.
5. Ilina A.V. The preparation of low-molecular weight chitosan using chitonolytic complex from *Streptomyces Kurssanovi* / A. V. Ilina, N. Yu. Tatarinova, V. P. Varlamov // Press Biochemistry. – 1999. – V. 34. – № 9. – P. 875–878.

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВЕ ПОЛЕЙ ОРОШЕНИЯ

Чезлова Ольга Евгеньевна, н. с, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Брест, olgachezlova@tut.by

Волчек Александр Александрович, доктор географических наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии, Брестский государственный технический университет, Республика Беларусь, г. Брест, Volchak@tut.by

На основе экспериментальных данных динамики санитарно-показательных бактерий в почве полей орошения были созданы регрессионные модели, позволяющие прогнозировать содержание микрофлоры. Для БГКП доля вариации, объясненной уравнением регрессии, составила 96,95 %, для энтерококков – 87,14 %, для ОМЧ – 56,25 %.

Ключевые слова: моделирование, регрессионная модель, бактерии.

REGRESSIONAL MODEL OF DYNAMICS OF SANITARY-INDICATIVE BACTERIA IN THE SOIL OF IRRIGATION FIELDS

Chezlova O. E., Volchak A. A.

Regression models were created on the basis of experimental data of the dynamics of sanitary-indicative bacteria in the soil of irrigation fields, allowing to predict the content of microflora. For coliform bacteria, the share of the variation explained by the regression equation was 96.95%, for enterococci - 87, 14%, for total bacterial count (TBC) - 56.25%.

Keywords: modeling, regression model, bacteria.

Одной из основных задач экологии является предсказание численности видов сообщества, если известны уровни факторов среды и необходимые характеристики входящих в сообщество организмов, что важно с точки зрения прогнозирования состояния экосистем и нормирования допустимого уровня антропогенной нагрузки [1, 4]. Применение моделей, основанных на фундаментальных естественно-физических законах, ограничивается наличием случайных трудно формализуемых факторов. Параметры реальных многопараметрических объектов являются случайными, что ограничивает применение моделей в виде дифференциальных уравнений. Необходимо применять модели, позволяющие находить статистические закономерности функционирования экологических систем [3].

Цель данной работы состояла в количественном описании полученных ранее экспериментальных данных [2], специфика которых состояла в определении динамики санитарно-показательных бактерий в почве: бактерий группы кишечных палочек (БГКП), энтерококков, общего микробного числа (ОМЧ) – вследствие орошения ее сточными водами свиного комплекса. Параллельно фиксировались физико-химические и климатические факторы, которые потенциально могли оказывать влияние на результат.

Методика проведения экспериментов, а также результаты лабораторных экспериментов были опубликованы ранее [2]. Обработка результатов проводилась с помощью методов множественного регрессионного анализа с помощью Excel [1, 5].

На первом этапе создания модели данные численности бактерий N были трансформированы в десятичные логарифмы $\lg N$, что позволило достичь нормального распределения случайных отклонений зависимой переменной от его условного среднего (математического ожидания). Если встречались нулевые значения, использовались $\lg(N+1)$.

На следующем этапе оценивалась взаимосвязь независимых факторов с результирующей переменной с помощью расчета корреляционной матрицы. В эксперименте использовались значения следующих независимых факторов:

- внесение микроорганизмов с поливом, $\lg \text{КОЕ/м}^3 \text{га}$;
- фоновое значение микроорганизмов в почве, $\lg \text{КОЕ/м}^3 \text{га}$;
- температура за декаду, $^{\circ}\text{C}$;
- осадки за декаду, мм;

- влажность почвы, %;
- pH солевой вытяжки почвы;
- содержание ионов аммония в почве, мг/кг;
- содержание нитратов в почве, мг/кг;
- содержание фосфора в почве (в виде P_2O_5), мг/кг;
- время после полива, дни.

Проведенный корреляционный анализ позволил установить тесноту и направления влияния факторов модели на результат. В дальнейшем были построены регрессионные модели динамики численности для каждой группы бактерий. Модель множественной регрессии оценивается как:

$$\hat{Y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n,$$

где $\hat{Y}$ – вычисляемое значение Y_1 ; a – отрезок, отсекаемый на оси y ; b_1, b_2, b_n – частные коэффициенты регрессии.

Для многофакторного анализа были взяты независимые переменные, константы при которых оказались статистически значимыми. Таковыми факторами для БГКП оказались: x_1 – фоновое содержание бактерий в почве, lg КОЕ/г; x_2 – температура за декаду, $^{\circ}C$; x_3 – осадки за декаду, мм; x_4 – время после полива, е^т. Для энтерококков значимыми факторами оказались: x_1 – фоновое содержание бактерий в почве, lg КОЕ/г; x_2 – внесение бактерий с поливом, lg КОЕ/м³га, $^{\circ}C$; x_3 – осадки за декаду, мм; x_4 – время после полива, дни. Для ОМЧ значимыми факторами явились: x_1 – внесение бактерий с поливом, lg КОЕ/м³га; x_2 – температура за декаду, $^{\circ}C$; x_3 – влажность почвы, %. Полученные уравнения множественной регрессии, коэффициенты детерминации, значимость полученной модели (значимость F) отражены в таблице:

Таблица

Результативный признак	Уравнение множественной регрессии	Коэффициент детерминации R^2	Значимость F-критерия, p
БГКП, lg КОЕ/г	$y = 1,4254 + 0,5024x_1 + 0,1294x_2 - 0,0873x_3 - 5,5 \cdot 10^{-81}x_4$	0,9695	4,12E-14
Энтерококки, lg КОЕ/г	$y = 2,9677 - 0,5979x_1 + 5,11 \cdot 10^{-8}x_2 - 0,0182x_3$	0,8714	4,297E-09
ОМЧ, lg КОЕ/г	$y = 4,3149 + 1,02 \cdot 10^{-10}x_1 + 0,0345x_2 - 0,0377x_3$	0,5625	0,0007

Коэффициент детерминации R^2 показывает, какая часть дисперсии результативного признака (y) объяснена уравнением регрессии. Полученные модели указывают на достаточно тесную связь между указанными выше факторами и результативным признаком: для БГКП доля вариации, объясненной уравнением регрессии, составила 96,95, для энтерококков – 87,14, для ОМЧ – 56,25 %. Значимость F-критерия указывает на точность аппроксимации исследуемой зависимости линейной зависимостью. В нашем случае p значительно $< 0,05$, что свидетельствует о том, что построенные модели в целом адекватны. Такие модели могут быть использованы для осуществления прогнозов.

Заключение. На основе экспериментальных данных динамики санитарно-показательных бактерий в почве полей орошения были созданы стохастические регрессионные модели, которые эффективны для статистического анализа состояния экологических объектов и позволяют прогнозировать содержание микрофлоры. Для БГКП доля вариации, объясненной уравнением регрессии, составила 96,95, для энтерококков – 87,14, для ОМЧ – 56,25 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании : учебное пособие / И. С. Белюченко [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 313 с.
2. Волчек А. А. Санитарно-бактериологическое состояние почв при вневегетационном орошении сточными водами животноводческого комплекса /А. А. Волчек, О. Е. Чезлова //

Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : материалы IV междунар. науч. экол. конф. 23–25 марта 2015 г. – Краснодар, 2015.– Ч. 2.– С. 319–324.

3. Мамутов Б. В. Стохастические регрессионные модели экологических объектов / Б. В. Мамутов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 2. – С. 112–118.

4. Модель переноса бактерий родов *Aquaspirillum* и *Arthrobacter* в почве / Девин Б. А. [и др.] // Доклады по экологическому почвоведению. – Москва, 2006. – Т. 1.– № 1.– С. 92–101.

5. Статистические методы в природопользовании : учебное пособие / В. Е. Валуев [и др.]. – Брест : БрПИ, 1999. – 252 с.

УДК 631.41

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ РОСТОВА-НА-ДОНУ

Плахов Герман Анатольевич, магистр Южного федерального университета кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов, *Россия, г. Ростов-на-Дону*, germann-1965@rambler.ru

Титаренко Кристина Сергеевна, студентка Южного федерального университета кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов, *Россия, г. Ростов-на-Дону*, tita.krissi15@gmail.com

Тяжелыми металлами (ТМ) считают группу химических элементов, способных при высоких концентрациях оказывать токсическое влияние на растения и имеющих относительную атомную массу порядка 50. Металлы, безусловно, являются важнейшими микроэлементами в питании растений, но в концентрациях, превышающих оптимальную, наносят серьезный ущерб окружающей среде, оказывая токсическое действие на живые системы. Подвижные формы различных тяжелых металлов являются наиболее доступными для растительных и животных организмов, а значит, и наиболее опасными, элементами загрязнения. Исследования планируется выполнить в условиях урболандшафта г. Ростов-на-Дону с учетом функциональных зон – рекреационной, селитебной, промышленной. Предполагается изучение биогеохимии ТМ – приоритетных загрязнителей городской среды: цинка, свинца, меди, кобальта, хрома.

Ключевые слова: тяжелые металлы, урбопочвы, цинк, свинец, медь, профильная миграция.

PECULIARITIES OF MIGRATION OF HEAVY METALS IN SOILS OF THE CITY OF ROSTOV-ON-DON

Plakhov G. A., Titarenko K. S.

Heavy metals (HM) is a group of chemical elements which are able at high concentrations have toxic effects on plants and having the relative atomic mass of 50. Certainly, metals are the most important microelements in nutrition of plants, but in concentrations higher than the optimum they have serious damage to the environment, exerting a toxic effect on living systems. Various mobile forms of heavy metals are the most available to vegetable and animal organisms, and therefore they are the most dangerous elements of pollution. The research is planned to perform in terms of urbollandscape of Rostov-on-don, taking into account functional zones - recreational, residential, industrial. It will assume the biogeochemistry of HM – priority pollutants of the urban environment of zinc, lead, copper, cobalt, and chrome.

Keywords: heavy metals, urban soils, zinc, lead, copper, profile migration

Большая часть населения развитых и развивающихся стран проживает в городах. В России городское население составляет более 100 млн. человек [1, 5, 6]. В городах большинство исследований было посвящено изучению почв рекреационных зон. Между тем урбопочвы являются важным фактором экологического состояния городов. А значит, создание благоприятной экологической обстановки в городе является одной из первоочередных задач. В настоящее время ведется интенсивная работа по созданию теоретических основ учения о

городских экосистемах и роли в них почв на примере гг. Москва [9], Санкт-Петербург [7], Архангельск [8], Мурманск [4].

Исследование специфики городских почв проводилось также в Ростове-на-Дону и его городах-спутниках Батайске, Аксае, Азове [3, 10, 11]. Но большинство исследований проводилось в городах, расположенных в лесной зоне на дерново-подзолистых почвах, отсюда видна актуальность исследований городского почвенного покрова черноземной зоны. Ростовская агломерация представляет особый интерес с точки зрения изучения ее почв на загрязнение тяжелыми металлами, поскольку это наиболее крупная агломерация черноземной зоны, которая находится в стадии формирования. Это дает возможность проследить, как урбопедогенез влияет на содержание и перераспределение подвижных форм тяжелых металлов в почвах городских территорий с учетом особенностей функциональных зон города [10, 11].

Почвенные пробы отбирались нами из полнопрофильных разрезов, заложенных в селитебных и рекреационных зонах города. К селитебным зонам города приурочены антропогенно-преобразованные почвы, к рекреационным зонам города – естественные почвы.

Определение подвижных форм тяжелых металлов проводилось на атомно-адсорбционном спектрометре МГА-915. В качестве экстрагента использовали ацетатно-аммонийный буфер с рН 4,8. Данный метод примечателен тем, что рН ацетатно-аммонийного буфера аналогичен рН ризосферы растений. Отсюда следует, что металлы, находящиеся в подвижном состоянии в ацетатно-аммонийной вытяжке, поступают в организмы растений через ризосферу.

Валовое содержание металлов в почве будет определяться рентгенфлуоресцентным методом на рентгеновском кристалло-дифракционном вакуумном спектрометре МАКС-GV.

На графиках представлена миграция по профилю подвижных форм свинца и цинка в сравнении с валовым содержанием. Распределение тяжелых металлов также показано в сравнении с предельно допустимыми концентрациями.

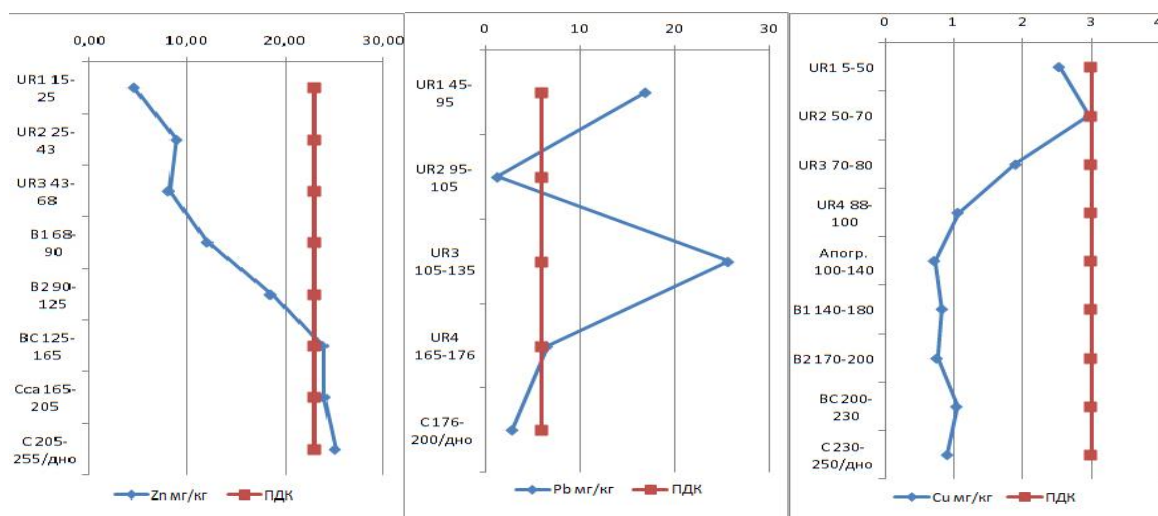


Рисунок 1 – Миграция по профилю подвижных форм цинка, свинца и меди в сравнении с ПДК

В основном накопление свинца приходится на урбогоризонты. Далее по профилю содержание металла снижается. Такое распределение может указывать на источник поступления элемента в почву. Металл может поступать в почву с атмосферными осадками либо с выбросами выхлопных газов.

Концентрация цинка растет вниз по профилю. Превышение ПДК наблюдается в нижних горизонтах, что может указывать на поступление металла из почвообразующей породы. Но в некоторых разрезах высокое содержание микроэлемента обнаружено в поверхностных горизонтах.

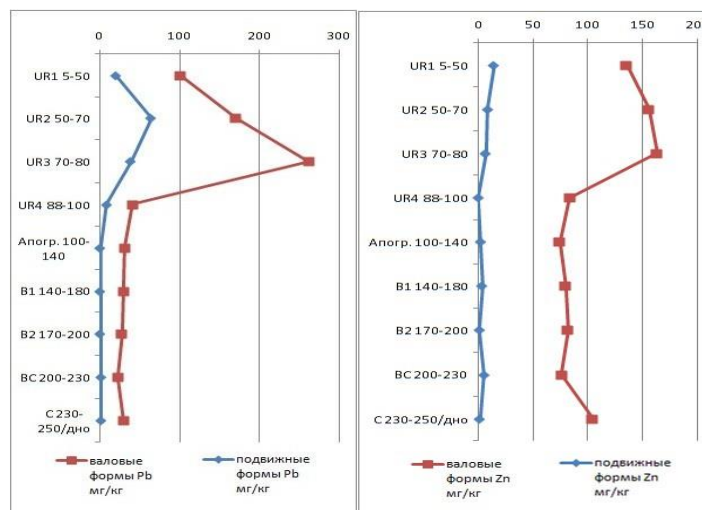


Рисунок 2 – Миграция по профилю подвижных форм и валового содержания свинца и цинка

Наибольшее количество подвижной меди в антропогенно-преобразованных почвах приходится на урбогоризонты и равномерно снижается с глубиной. В естественных почвах распределение меди по профилю равномерное. Превышений ПДК не зафиксировано даже в единичных случаях.

Оценивая полученные результаты, можно увидеть явные закономерности миграционной активности тяжелых металлов, сопряженные с физико-химическими характеристиками самой почвы, что совпадает с полученными ранее данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглова О. С. Почвенный покров города как индикатор его устойчивости / О. С. Безуглова, С. Н. Горбов, И. В. Морозов, В. В. Приваленко // Экополис 2000: экология и устойчивое развитие города. – М., 2000.
2. Горбов С. Н. Биологическая активность запечатанных почв Ростова-на-Дону / С. Н. Горбов, А. В. Горовцов, О. С. Безуглова, Т. В. Вардуни, С. С. Тагивердиев. – 2016 г.
3. Вихман М. И. Агрохимическая оценка урбаноземов некоторых городов Мурманской области / М. И. Вихман, Е. Е. Кислых, М. М. Моисеева, Е. С. Нефедова // Агрохимический вестник. – 2008. – № 4. – С. 17–18.
4. Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В. Антропогенные почвы. Генезис, география, рекультивация. – Ойкумена, 2004.
5. Касимов Н. С. Экогеохимия городских ландшафтов / Н. С. Касимов, А. И. Перельман, А. В. Евсеев и др. – М., 1995 – 333 с
6. Надпорожская М. А. О почвах исторического центра Санкт-Петербурга / М. А. Надпорожская, Э. И. Слепян, Н. В. Ковш // Вестник СПбГУ. – 2000. – Вып.1. – № 3. – С. 116–126.
7. Наквасина Е. Н. Почвы Архангельска. Структурно-функциональные особенности, свойства, экологическая оценка : монография / Е. Н. Наквасина, Ю. М. Пермогорская, Л. Ф. Попова. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 2006. – 122 с
8. Прокофьева Т. В. Особенности органического вещества антропогенно-трансформированных почв и почвоподобных тел : тезисы / Т. В. Прокофьева, М. С. Розанова. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН. – Т. 1. – 2012. – С. 410–412.
9. Тагивердиев С. С. Влияние города на свойства почв (на примере г. Батайска) / С. С. Тагивердиев, О. С. Безуглова, С. Н. Горбов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2011.
10. Olga S. Bezuglova, Sergey N. Gorbov, Svetlana A. Tischenko, Alexandra S. Aleksikova, Suleiman S. Tagiverdiev, Aleksey K. Sherstnev, Marina N. Dubinina. Accumulation and migration of heavy metals in soils of the Rostov region, south of Russia // Journal of Soils and Sediments. – 2015. – (DOI) 10.1007 / s11368–015–1165–8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Персикова Тамара Филипповна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Беларусь, г. Горки, persikova52@rambler.ru

Радкевич Марина Леонидовна, старший преподаватель, УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Беларусь, г. Горки, rml0916@mail.ru

В технологии выращивания люпина на зерно или на зеленую массу предпосевная обработка семян клубеньковыми бактериями должна быть обязательным приемом.

Ключевые слова: бактериальные препараты, инокуляция, люпин узколистный.

EFFECTIVENESS OF THE USE OF BACTERIAL PREPARATIONS AT THE CULTIVATION OF THE LUPINE ON STRAW-PODZOLIC EASY-SOIL

Persikova T. F., Radkevich M. L.

In the technology of growing lupine for grain or green mass, presowing seed treatment with nodule bacteria should be a mandatory method.

Key words: bacterial preparations, inoculation, narrow-leaved lupine

Новое поколение систем адаптивного земледелия призвано в максимальной степени разрешить возникшие противоречия, обеспечить получение оптимального для каждого агрофитоценоза количества высококачественной растениеводческой продукции при минимальных затратах энергетических и материальных ресурсов. Одно из важных мест в решении этой задачи занимает микробиология. Микроорганизмы являются основным фактором почвообразовательного процесса, питания растений и фитосанитарного состояния почвы. Поэтому все мероприятия, направленные на воспроизводство почвенного плодородия, повышение продуктивности и экологической безопасности земледелия, должны быть увязаны с деятельностью микроорганизмов [5].

В адаптивном земледелии использование биологических препаратов является одним из экологически обоснованных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур [1]. Применительно к бобовым культурам это можно осуществить за счет бактериальных препаратов для максимального использования потенциала симбиотической фиксации азота воздуха и фосфатмобилизующей способности некоторых бактерий. В последнее время перспективным является использование двухкомпонентных биопрепаратов, которые характеризуются комплексом положительных свойств [3].

Исследования с люпином узколистным зернового направления сорта Першацвет проводились на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2011–2013 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком (ИО=0,71).

Схемой опыта предусматривалась оценка эффективности применения бактериальных удобрений в предпосевной обработке семян люпина узколистного.

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) рекомендована современными технологическими регламентами. Предшественник – яровые зерновые. Опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составила 30 м², учетная – 25 м².

Минеральные удобрения вносились общим фоном в дозах N₃₀P₃₀K₉₀. В опытах применялись карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O). Для инокуляции семян использовались бактериальные препараты Фитостимифос и Сапронит в

расчете 200 мл инокулянта на гектарную норму посева. Обработка производилась за день до посева (согласно рекомендациям по применению препаратов Фитостимифос и Сапронит Института микробиологии НАН Беларуси).

Климатические условия (сумма активных температур, количество и распределение осадков в течение года), а также биологические особенности растений, их адаптивность к условиям произрастания определяют эффективность удобрений и, как следствие продуктивность растений [4].

Метеорологические условия северо-восточной части республики близки к средне-голетним республиканским показателям, однако в годы исследований имели место отклонения от среднеголетних значений как по температуре воздуха, так и по количеству выпавших осадков, что позволило более полно оценить исследуемые в опыте агроприемы (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна люпина узколистного, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее		
1. Контроль (без удобрений)	18,0	16,6	17,0	17,2	-	-
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	20,0	19,0	19,5	19,5	+2,3	1,5
3. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит	20,0	19,0	23,3	20,8	+3,6	2,4
HCP ₀₅	1,6	1,5	1,6			

На эффективность бактериальных удобрений большое влияние оказали погодные условия, особенно в фазе всходы – стеблевание. Так, количество осадков, выпавших в мае – июне 2011–2012 г., превышало среднеголетние значения почти в 2 раза, вследствие этого была плохая аэрация почвы. Эти факторы не позволили реализовать в полной мере потенциал бактериальных удобрений фитостимифоса и сапронита. В связи с этим урожайность зерна сорта Першацвет на данном варианте была на уровне фона N₃₀P₃₀K₉₀ и составила 20 и 19 ц/га соответственно. Наиболее благоприятные условия для деятельности микроорганизмов сложились в 2013 г., урожайность зерна по сравнению с фоновым вариантом возросла на 3,8 и составила 23,3 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK при инокуляции семян бактериальными удобрениями составила 2,4 кг зерна, что на 0,9 кг выше в сравнении с вариантом N₃₀P₃₀K₉₀.

Белок (протеин) является одним из основных компонентом кормов. В наших исследованиях условия питания по-разному влияли на качество урожая. Содержание сырого протеина в зерне люпина узколистного по вариантам опыта за годы исследований находилось в пределах 28,2–29,3 %. Его содержание в зерне контрольного варианта составило 28,2 %. Применение минеральных удобрений в дозе N₃₀P₃₀K₉₀ дало показатель 28,7 %. Предпосевная обработка семян бактериальными препаратами на фоне минерального питания N₃₀P₃₀K₉₀ повышала содержание сырого протеина по отношению к контролю на 0,6 %, обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином составила 215,8 г (обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином в фоновом варианте 212,4 г).

Применение удобрений оказывает влияние не только на содержание белка, но изменяет и его качество [2]. Содержание незаменимых аминокислот в фоновом варианте составило 59,13 г/кг, критических – 18,28 г/кг. В варианте, где применялись бактериальные препараты, содержание незаменимых и критических аминокислот было на 11,4 и 3,89 г/кг выше относительно фона. По содержанию критических аминокислот зерно люпина на 57,2 % соответствовало стандартам ФАО/ВОЗ и на 43,9 % в сравнении с белком куриного яйца. По содержанию незаменимых аминокислот полученное в исследованиях зерно соответствовало стандартам ФАО/ВОЗ на 72,7 и на 56,9 % было приближено к белку куриного яйца.

Таким образом, потенциальная урожайность и качество зерна люпина узколистного зависит от целого ряда агротехнических приемов, среди которых важное место занимает предпосевная инокуляция семян бактериальными препаратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корзун О. С. Эффективность применения биологических препаратов на пайзе в почвенно-климатических условиях Гродненской области / О. С. Корзун // Материалы XVI Международ. науч.-практ. конф. – Гродно, 2013. – С. 77.
2. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич и [др.]. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии, 2005. – С. 3–14.
3. Рышкель И. В. Влияние микробиологических препаратов и регулятора роста эпин на урожайность зернобобовых культур / И. В. Рышкель // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси : Тезисы Юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию образования Института земледелия; 29 июня 2007 г., г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск : ИВЦ Минфина. 2007. – С. 223–224.
4. Сороко В. И. Влияние комплексных удобрений на урожайность и качество зеленой массы и семян люпина узколистного на дерново-подзолистых легкосуглинистых и рыхлосупесчаных почвах / В. И. Сороко, Г. В. Пироговская, С. С. Хмелевский, О. И. Исаева // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1(52). – С. 309–324.
5. Суховицкая Л. А. Микробные биотехнологии в экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия / Л. А. Суховицкая // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия : Материалы междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. Т. 1. Земледелие и растениеводство / Под. общ. ред. доктора с.-х. наук М. А. Кадырова – Мн. : УП «ИВЦ Минфина», 2004. – С. 42–48.

УДК 661.715

ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКОГО И ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА СОВМЕСТНЫМ КАТАЛИТИЧЕСКИМ ПИРОЛИЗОМ ЛИГНИТОВ И УГЛЕВОДОРОДНЫХ ОСТАТКОВ

Торосян Гагик Оганесович, доктор химических наук, профессор, Национальный политехнический университет Армении, НПУА, Армения, г. Ереван, gagiktorosyan@seua.am

Аристакесян Арташес Арутюнович, магистр химических технологий, аспирант кафедры ХБиПТ, ГИУА, Армения, г. Ереван

Оганесян Дези Николаевна, доктор технических наук, профессор, Армения, г. Ереван

Торосян Нвер Суренович, кандидат технических наук, доцент, Институт ОДКБ в Армении, Армения, г. Ереван

В представленной статье обсуждается вопрос низкотемпературного пиролиза неэнергетического углеводородного (лигниты и углеводородные остатки) сырья для получения жидкой и газообразной углеводородной топливной смеси

Ключевые слова: жидкое и газообразное топливо, каталитический пиролиз, лигниты и углеводородные остатки, технологическая схема.

PRODUCTION OF LIQUID AND GASEOUS FUEL WITH JOINT CATALYTICAL PYROLYSIS OF LIGNITES AND HYDROCARBON RESIDUES

Torosyan G. H., Aristakesyan A. H., Hovhannisyan D. N., Torosyan N. S.

In the present paper discusses the issue of low-temperature pyrolysis of non-energy hydrocarbon (lignites and hydrocarbon residues) feedstocks to produce a liquid and gaseous hydrocarbon fuel mixture

Keywords: liquid and gaseous fuel, catalytic pyrolysis, lignites and hydrocarbon residues, technology system.

Введение. Лигниты (далее – бурый уголь) являются дешевым невостребованным энергетическим ресурсом, который практически не используется для выработки электроэнергии. Низкая калорийность, от 2000–4000 ккал/кг, делает традиционные методы его использования

для получения электроэнергии на электростанциях малоэффективными и экологически «грязными», их можно считать также углеродным отходом [2–4]. Значительными загрязнителями окружающей среды являются углеводородные остатки от нефтеперегонки. В настоящей статье представлении сообщается о возможности использования и бурого угля, и углеводородных отходов для получения печного топлива.

Известно гидрирование угля под давлением 5 ... 30 МПа и при температуре 360 ... 470 °С, с использованием в качестве катализатора сульфидные соединения железа (Fe_2O_3 , FeS_2), смеси молибдена, олова, никеля и их соединений, а также природного пирита [2–4]. Однако стоимость катализатора велика из-за трудностей восстановления. Среда представляет собой углеводород-вода-катализатор эмульсию, содержащую фракцию с точкой кипения более 260 °С. Кроме того, степень конверсии водорода низкая (около 5 %). В вышеупомянутых случаях степень конверсии угля составляет около 40 %, а в некоторых случаях получают топлива с высоким цетановым (51) и октановым числом (80 ... 90). Однако внедрение такой технологии является дорогостоящим и экологически неблагоприятным для окружающей среды, так как образуются газообразные соединения серы, азота, а активность катализатора падает после первого цикла.

Метод и технологическая схема. В качестве исходных материалов для проведения пиролиза использованы бурый уголь и отходы нефтепереработки. Так как отношение водорода к углероду в угле мало (≈ 0.8) [1], необходимо ввести водород в уголь. В данном случае отходы используются в качестве источника водорода для бурого угля.

Для совместного пиролиза бурого угля и углеводородных остатков предлагается следующая схема (рисунок)

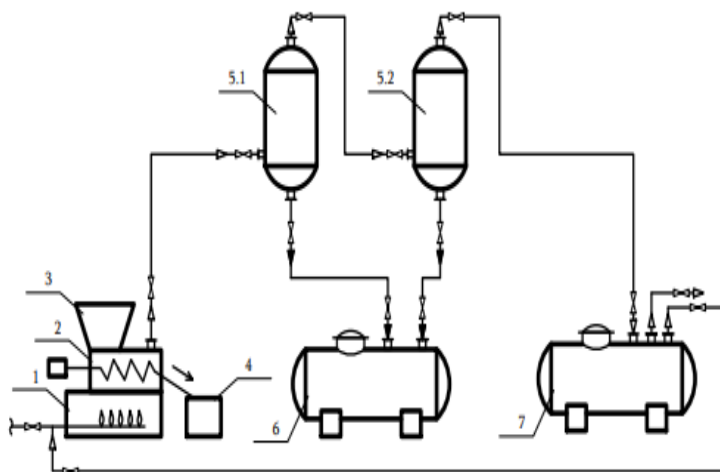


Рисунок – Схема установки пиролиза: 1 – печь, 2 – поточная печь-реактор, 3 – приемник сырья, 4 – сборник пироугля, 5.1, 5.2 – конденсатор, 6 – сборник жидкости, 7 – газгольдер

Для всех опытов были взяты следующие количества исходных материалов:

- бурый уголь – 5 г,
- углеводородные отходы – 10 г.

Процессы проводились в следующих условиях:

- температура в реакторе – 400 °С,
- давление.

Процесс пиролиза осуществлён доступным и экологически чистым образом, с использованием местного сырья, углеводородных остатков (различные пластмассы и их отходы) для получения с высоким выходом энергоэффективной жидкой и газообразной углеводородной смеси. Процесс осуществлён простой (без высокого давления) и в то же время эффективной технологической схемой, которая исключает выбросы газов, выделяемых в процессе

пиролиза благодаря замкнутой установке. Собранные газы собираются в специальных газовых коллекторах с использованием либо для проведения пиролиза, либо в другой сфере. Процесс гидрирования при атмосферном давлении обусловлен использованием водородных донорных растворителей. В то же время были использованы местные алюмосиликатные катализаторы-цеолиты, которые увеличили выход жидкой смеси до 50 %.

Общее описание эксперимента. Смесь изготовлена из углеводородов (старые шины) и бурого угля. Бурый уголь предварительно сушили и измельчали, затем взвешивали 5 г и смешивали с 10 г углеводородного остатка и 2,5 г цеолита. Смесь с кварцевой лодкой вставили в заранее подогретый до 400 °С реактор. В самом начале эксперимента наблюдались паро- и газовый поток, который конденсировался и собирался в газопоглотителе, а жидкая часть – в приемнике. Эксперимент считался законченным, когда поток пара прекращался. Опыт длился 2 час. Выход жидкой смеси составлял 40–42 %. Согласно анализу ВЭЖХ, ароматические углеводороды составляли 50–55 %. Выход газовой смеси составлял 28–32 %.

Время реакции и результаты реакции контролировались методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Процесс проводили с устройством Shimadzu-Japan, диод-матричным детектированием. Для хроматографии была выбрана колонна с октадециловым силикагелем Nucleosil C18, 150 4.6 мм (Macherey-Nagel, Германия), что дает возможность разрешения в более широкой области. Длина волны детектирования была 200 нм, скорость потока составляла 1 мл / мин, объем инъекции составлял 20 мкл, температура колонны составляла 30 °С, режим работы насоса – изократический, движущийся фаза-ацетонитрил. 0,05 М KH_2PO_4 (рН 3,5) = 5 : 95 (об. /об.). По данным анализа ВЭЖХ полученные жидкие смеси содержат бензол, толуол, ксилол.

Выход полученного жидкого конденсата, согласно анализу ВЭЖХ, составлял:

- около 45–65 % (масс.) – ароматические углеводороды,
- до 25 % (масс.) – насыщенные и ненасыщенные углеводороды,
- твердые остатки – около 1/4 от количества массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малолетнев А. С. Современное состояние технологий получения жидкого топлива из углей / А. С. Малолетнев, М. Я. Шпирт // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). – 2008. – Т. LII. – № 6. – 44–52
2. Родионов В. И. Экотехнологии и ресурсосбережение / В. И. Родионов, С. В. Пеканов. – 2000. – № 4. – С. 23–28.
3. Robinson K. K. Reaction engineering of direct coal liquefaction / K. K. Robinson // Energies. – 2009. – № 2. – P. 976–1006.
4. Synthetic fuel production by indirect coal liquefaction / Larson E. D., Ren T. // Energy Sustain. Develop. – 2003. – Vol. 7. – P. 79–102.

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Полуэкттов Евгений Валерьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт Донского ГАУ, *Россия, г. Новочеркасск*
Балакай Георгий Трофимович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Российский НИИ проблем мелиорации», *Россия, г. Новочеркасск*

Определось влияние защитных лесных насаждений на микроклимат, особенности роста, развития и урожайность сельскохозяйственных культур. Изучалось влияние расположения полезащитных лесных полос по отношению к склону (перпендикулярно и вдоль склона), а также стокорегулирующих лесных полос на урожайность пшеницы и гороха в зависимости от удаленности от опушки. Установлено, что в засушливом году после посева озимой пшеницы по гороху полевая всхожесть на варианте со стокорегулирующей лесополосой по всем зонам влияния (до 5 Н, 5–25 Н и более 25 Н) приближалась к варианту полезащитной лесной полосы на водоразделе (плакоре). На варианте полезащитной лесной полосы вдоль склона полевая всхожесть была меньше на 11 %. Вблизи лесных полос высотой до 1,5 Н по всем вариантам отмечено снижение всхожести на 7–8 % в сравнении со значениями в зоне от 5 до 25 Н. При одинаковой высоте деревьев с теневой стороны опушки депрессионная зона больше (до 1,5 Н), чем с освещенной (до 0,8 Н). Различное расположение лесных полос по рельефу не оказало существенного влияния на всхожесть и высоту растений озимой пшеницы в депрессионной зоне. В наибольшей степени смягчение стрессовых проявлений факторов окружающей среды проявляется в зоне удаления от лесной полосы на расстоянии от 5 до 25 Н, и затухает после 25 Н.

Ключевые слова: защитные лесные насаждения, конструкции защитных лесных насаждений, высота лесополос, зона влияния лесных полос, урожайность озимой пшеницы при удалении от лесных полос.

INFLUENCE OF PROTECTIVE FOREST BELTS ON YIELD OF AGRICULTURAL CROPS

Poluektov E. V., Balakay G. T.

The influence of field shelterbelts on the microclimate, peculiarities of growth, development and yield of crops was determined. The effect of the location of field shelterbelts in relation to the slope (perpendicularly along the slope), as well field shelterbelts, that regulate the runoff, on the productivity of wheat and pea depending on the distance from the edge of forest was studied. It was established that in the dry year after sowing of winter wheat along the pea field germination on the variant with field shelterbelts, that regulate the runoff, in all zones of influence (up to 5 N, 5–25 N and more than 25 N) was approaching the variant of field shelterbelts on the watershed. On the variant of the sheltered forest belt along the slope, the field germination was less by 11%. Near the forest belts up to 1,5 N in height, decrease in germination by 7–8 % was observed in all variants in comparison with values in the zone from 5 to 25 N. With the same tree height from the shadow side of the forest edge depression zone is larger (up to 1.5 N) than with the illuminated (up to 0,8 N). The different location of the forest belts along the relief did not have a significant effect on the germination and height of winter wheat plants in the depression zone. To the greatest extent mitigation of stressful manifestations of environmental factors is manifested in the zone of removal from the forest belt at a distance of 5 to 25 N, and damps after 25 N.

Key words: protective forest belts, constructions of protective forest belts, height of forest belts, zone of influence of forest belts, productivity of winter wheat when moving away from forest belts.

Лесные полосы в степной зоне оказывают многогранное воздействие на агробиоценозы. Они больше всего влияют на микроклиматические показатели (температуру, влажность воздуха, освещенность и др.); снегораспределение, водный и ветровой режим; задерживают и частично аккумулируют жидкий сток талых и дождевых вод и наносы почвы, предотвращают заиливание и обмеление водоемов и других водных источников, защищают почву от дефляции и в конечном итоге повышают урожайность сельскохозяйственных культур.

Наряду с положительным влиянием лесных полос на прилегающую к ним территорию полей, что отмечают подавляющая часть исследователей, проявляется и отрицательное влияние, в том числе и на урожайность сельскохозяйственных культур в приопушечной зоне (до 1,0–5 Н). Эту зону снижения урожайности вдоль лесных полос принято называть депрессионной зоной.

Согласно данным зарубежных и отечественных ученых, в депрессионной зоне имеет место целый ряд негативных явлений. Так, в США, независимо от климатических условий,

урожайность пшеницы на расстоянии от лесной полосы в 1,6; 0,9 и 0,5 Н снижалась на 25, 50 и 75 %. Снижение урожайности объясняется отрицательным воздействием корневой системы деревьев на рост и развитие пшеницы [2]. Согласно выводам специалистов из ФРГ снижение урожайности зерновых (в среднем на 17 %) вызвано ухудшением освещенности посевов вблизи лесных полос. Согласно исследованиям В. М. Ивонина и др. (2011) влияние лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур в определенной мере зависит от характера складывающихся погодных условий конкретного года [1].

Исследования, проведенные на черноземе обыкновенном в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения (450–460 мм в год) на расстоянии до полутора высот лесной полосы наблюдалось отрицательное их влияние на различно расположенные относительно склона сельскохозяйственные культуры. В засушливом году после посева озимой пшеницы по гороху полевая всхожесть на варианте со стокорегулирующей лесополосой по всем зонам влияния (до 5 Н, 5–25 Н и более 25 Н) приближалась к варианту полезащитной лесной полосы на водоразделе (плакоре). На варианте полезащитной лесной полосы вдоль склона полевая всхожесть была меньше на 11 %. Вблизи лесных полос до 1,5 Н по всем вариантам отмечено снижение всхожести на 7–8 % в сравнении со значениями в зоне от 5 до 25 Н.

Лесная полоса из дуба черешчатого (Н 15 м, возраст 42 года) на расстоянии до 7 м от наветренной теневой опушки практически полностью подавляла ростки озимой пшеницы по чистому пару. С семи до десяти метров полевая всхожесть на 1 м² была на 94 растения (28 %) меньше по сравнению со всхожестью в зоне влияния – 5–25 Н и на 66 растений (21 %) вне зоны влияния лесной полосы. С наветренной солнечной опушки у непродуваемой лесной полосы из ясеня ланцетного (Н 15 м, возраст 41 год) отмечалось снижение полевой всхожести озимой пшеницы по чистому пару на расстоянии до 0,4 Н – на 122 растения (35 %), а в зоне 0,4–0,7 Н – на 51 растение (15 %) по отношению к зоне влияния (0,7–5,0 Н) и на 94 растения (29 %) по сравнению с местом подсчета растений вне зоны влияния.

Таким образом, при одинаковой высоте деревьев с теневой стороны опушки, депрессионная зона больше (до 1,5 Н), чем с освещенной (до 0,8 Н). У лесной полосы из робинии лжеакакии (Н 12 м, возраст 29 лет) с наветренной теневой стороны на расстоянии 0,8 Н фиксировалось угнетение посевов озимой пшеницы. Полевая всхожесть уменьшилась на 84 растения (25 %) по сравнению с зоной от 1 до 25 Н. Высота растений озимой пшеницы в фазу осеннего кущения в депрессионной зоне уменьшается на 1–4 см (7–26 %) у лесной полосы из робинии лжеакакии и до 6 см (36 %) у дуба черешчатого по отношению к зоне влияния от 1 до 25 Н. Различное расположение лесных полос по рельефу не оказало существенного влияния на всхожесть и высоту растений озимой пшеницы в депрессионной зоне. В то же время у лесной полосы вдоль склона депрессионная зона была больше по протяженности вследствие худшей освещенности.

Во все годы исследований, разных по условиям увлажнения, в депрессионной зоне наблюдалось снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Так, озимая пшеница по чистому пару в засушливом году в депрессионной зоне у полезащитной лесной полосы вдоль склона снизила урожайность на 0,22 т/га (4,5 %), а на плакоре до 0,98 т/га (18 %) по отношению к зоне от 5 до 25 Н. Контурная лесная полоса занимала промежуточное положение (таблица 1).

В год с избыточным количеством осадков (30 % выше среднегодовой нормы) горох, несмотря на избыточное увлажнение почвы в период вегетации, также снижал урожайность вблизи лесных полос от 15 % у стокорегулирующей и полезащитной лесной полосы вдоль склона до 21 % на плакоре по сравнению с благоприятной зоной развития (5–25 Н).

В умеренно засушливом году в зоне до 1,5 Н стокорегулирующей лесной полосы урожайность озимой пшеницы по гороху была на 1,77 т/га (34 %) меньше, чем в зоне 5–25 Н, а у лесной полосы вдоль склона на 1,35 т/га (35 %) меньше.

На плакорном участке уменьшение составило порядка 0,98 т/га (на 18 %). Это можно объяснить лучшей освещенностью посевов, биологическими особенностями корневой системы и общим более благоприятным влиянием лесной полосы по сравнению с полезащитной лесной полосой вдоль склона.

Дополнительные проведенные исследования по определению влияния защитных лесных насаждений на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы в умеренно влажном 2016 г. показали, что во все фазы роста растений озимой пшеницы защитные лесные насаж-

дения оказывали влияние на линейный рост растений, который увеличивался в насаждениях ажурной конструкции с 35 см в фазу выхода в трубку до 86 см при созревании.

Таблица 1 – Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от расположения лесных полос, т/га

Сельскохозяйственные культуры	Расстояние от лесной полосы		
	<5Н (до 50 м)	5–25 Н (50–250 м)	>25 Н (> 250 м)
Полезащитная лесная полоса			
Озимая пшеница	4,36	5,34	4,63
Горох	3,10	3,94	3,48
Озимая пшеница	4,06	5,06	3,83
Полезащитная лесная полоса вдоль склона			
Озимая пшеница	4,69	4,91	4,82
Горох	2,97	3,52	3,258
Озимая пшеница	3,13	4,66	3,30
Стокорегулирующая лесная полоса			
Озимая пшеница	4,76	5,31	5,01
Горох	3,21	3,78	3,23
Озимая пшеница	3,27	4,99	3,40

$HCP_{0,5}$ 0,17 т/га озимая пшеница; HCP_{05} 0,26 т/га горох

Зона влияния конструкций лесополосы на линейный рост определялась по изменению высоты растений и удаленности от защитных лесных насаждений. Установлено, что высота растений при удалении от лесополосы уменьшается при ажурной конструкции на расстоянии до 30 Н, продуваемой – до 25 Н и плотной – до 20 Н. Соответственно изменялись и масса растений и урожайность озимой пшеницы (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние защитных лесных насаждений различных конструкций на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы при удалении с востока на запад

Конструкция ЗЛН (Фактор А)	Фенологическая фаза роста	Удаленность от ЗЛН (Фактор В)							
		1Н	2 Н	5 Н	10 Н	20 Н	25 Н	30 Н	35 Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Линейный рост, см									
Ажурная	Выход в трубку, 1.04.2016	29	35	31	28	27	27	25	23
	Колошение, 22.05.2016	54	62	58	56	53	54	53	52
	Цветение, 04.06.2016	76	84	81	78	75	72	71	71
	Созревание, 05.07.2016	78	86	83	79	75	73	72	70
Продуваемая	Выход в трубку, 21.04.2016	28	35	32	27	26	25	23	22
	Колошение, 22.05.2016	50	58	59	54	49	48	48	47
	Цветение, 04.06.2016	76	81	82	76	73	72	71	71
	Созревание, 05.07.2016	79	85	83	79	73	73	72	70
Плотная	Выход в трубку, 21.04.2016	27	38	37	32	25	24	23	23
	Колошение, 22.05.2016	57	69	68	59	53	54	53	53
	Цветение, 04.06.2016	74	89	89	78	73	72	71	71
	Созревание, 05.07.2016	77	92	89	79	77	72	72	70
Масса растений, кг/м ² абс. сухого вещества									
Ажурная	Выход в трубку	0,29	0,32	0,32	0,33	0,29	0,28	0,24	0,23
	Колошение	0,75	0,84	0,75	0,77	0,74	0,76	0,64	0,55
	Цветение	0,84	1,08	0,98	0,95	0,92	0,87	0,76	0,76
	Созревание	1,64	1,86	1,85	1,83	1,78	1,71	1,65	1,65
Продуваемая	Выход в трубку	0,28	0,32	0,32	0,33	0,29	0,28	0,24	0,23
	Колошение	0,77	0,84	0,75	0,77	0,74	0,76	0,64	0,55
	Цветение	0,86	1,08	0,97	0,95	0,92	0,87	0,76	0,76
	Созревание	1,78	1,86	1,85	1,83	1,78	1,71	1,65	1,65
Плотная	Выход в трубку	0,28	0,32	0,32	0,33	0,29	0,28	0,24	0,23
	Колошение	0,76	0,84	0,75	0,77	0,74	0,76	0,64	0,55
	Цветение	0,87	1,08	0,98	0,96	0,91	0,87	0,75	0,78
	Созревание	1,78	1,86	1,85	1,83	1,78	1,71	1,65	1,65
Урожайность зерна оз. пшеницы, кг/м ²									
Ажурная	Созревание	0,542	0,664	0,652	0,637	0,589	0,553	0,542	0,543
Продуваемая	Созревание	0,531	0,643	0,648	0,628	0,576	0,547	0,543	0,542
Плотная	Созревание	0,524	0,672	0,643	0,598	0,554	0,545	0,542	0,541
HCP_{05} , % АВ=0,12									

Таким образом, многолетними исследованиями, проведенными в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения, установлено, что варьирование урожайности сельскохозяйственных культур на разном удалении от лесной полосы зависит от постоянно изменяющейся мелиоративной обстановки, зависящей от характера погодных условий конкретного года. В наибольшей степени смягчение стрессовых проявлений факторов окружающей среды проявляется в зоне удаления от лесной полосы на расстоянии от 5 до 25 Н, и затухает после 25 Н. Негативное влияние лесных полос отмечается на расстоянии до 1–5 Н, что связано с целым комплексом факторов: недостаток доступной для растений влаги в сухие годы, переувлажнение почвы во влажные годы, недостаточная освещенность, повышенное количество вредителей и болезней.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Ивонин Оценка ресурсов лесных полос на сельхозугодьях Ростовской области / В. М. Ивонин, В. В. Танюкевич / Лесной журнал. – 2011, – № 6. – С. 17–22.
2. Windbreak effects on soil water and wheat yield / L. Lyles, J. Tatarko, J. Dickerson // Transactions of the ASAE, – 1984. – 27 (1), 69-0072 (код доступа <https://scholar.google.es/citations?user=F7I1mx0AAAAJ&hl=ru>).

СОДЕРЖАНИЕ

Белюченко И. С. Аграрный ландшафт как важнейший фактор повышения плодородия почв (вместо предисловия).	4
--	---

Секция 1

Применение сложных компостов для улучшения почвенного покрова аграрных ландшафтов с использованием отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства для повышения их продуктивности и устойчивости

Минакова О. А., Александрова Л. В., Подвигина Т. Н., Куницын Д. А. Экологическое качество продукции севооборота с сахарной свеклой при длительном применении удобрений в ЦЧР (Россия).	7
Кулагина В. И., Грачев А. Н., Рязанов С. С., Кольцова Т. Г., Сунгатуллина Л. М. Оценка фитотоксичности биоуглей из отходов древесины и илов сточных вод (Россия, Республика Татарстан).	9
Сафранов Т. А., Шанина Т. П., Приходько В. Ю. Возможности получения органоминерального удобрения из органической составляющей твёрдых бытовых отходов (Украина).	12
Синявина Н. Г. Продуктивность и качество растений яровой пшеницы и фасоли при длительном выращивании на кембрийской глине в зависимости от способа выращивания (монокультура, совместный посев) (Россия).	15
Меркелов В. М. Направления утилизации древесных отходов (Россия).	17
Карасева О. В., Иванов Д. А. Оценка эффективности компоста многоцелевого назначения на осушаемых землях (Россия).	19
Базылев М. В., Линьков В. В., Лёвкин Е. А. Технологичность, экономичность и другие особенности функциональной синхронизации при утилизации навоза (Республика Беларусь).	23
Окорков В. В. Влияние удобрений на микробиологическую активность серой лесной почвы (Россия).	25
Рязанов С. С., Кулагина В. И., Грачев А. Н., Солодникова О. М., Сунгатуллина Л. М. Влияние температуры пиролиза осадков муниципальных сточных вод на формы тяжелых металлов (Cu, Ni, Pb) (Россия).	31
Нефедов А. В., Иванникова Н. А. К вопросу применения сельскохозяйственных отходов в повышении плодородия почв (Россия).	33
Питина И. А. К разработке рекомендаций по восстановлению загрязненных неочищенными сточными водами земель (Россия).	35
Солиев З. М., Джуманкулов Х. Д., Макарова Л. Д., Каримов А. А., Бобоев М. М. Мобилизация почвенных фосфатов под влиянием органоминеральных удобрений (Таджикистан).	38
Сангаджиев М. М., Муджиков Н. Л., Кушербаева А. К., Манунова А. С. Влияние биологических отходов на экологическую ситуацию и состояние земель в степной Калмыкии (Россия, Республика Калмыкия).	41
Волкова Е. Н. Получение нового органического удобрения из куриного помета методом биоферментирования (Россия).	43
Лукаткин А. А., Лукаткин А. С. Стимулирующая активность биопрепарата на основе <i>Pseudomonas aureofaciens</i> и послеспиртовой барды для растений огурца (Россия, Республика Мордовия).	45

Плотникова Т. В., Саломатин В. А., Егорова Е. В. Оптимизация агрохимических и биологических свойств чернозёма выщелоченного при использовании в качестве удобрения отходов табачной промышленности (Россия)	47
Шачнева Е. Ю. Влияние полиакриламидного флокулянта на величину мутности модельных систем сточных вод (Россия)	50
Ткаченко А. В., Литвин В. В. Экологические проблемы содержания гербицидов в продуктах сельского хозяйства (Россия)	52
Черепухина И. В., Безлер Н. В. Агроэкологические аспекты сохранения плодородия чернозема выщелоченного при использовании соломы зерновых культур и <i>Humicola fuscoatra</i> (Россия)	54
Ветчинников А. А., Титова В. И., Дабахова Е. В., Рыбин Р. Н., Сеньчева Е. В. Оценка возможности использования навоза крупного свиного комплекса для рекультивации почв, техногенно трансформированных при строительных работах (Россия)	56
Леонова Ю. В., Сюняева О. И. Продукционная оценка эффективности применения отходов кофейного производства в качестве удобрения овса (Россия)	59
Брескина Г. М., Чуян Н. А. Структура запасов энергии и экологическая емкость агроэкосистем агроландшафта (Россия)	61
Мамедов Г. М., Мамедбекова З. Б., Хоммами А. Ф., Алиева К. А. Агрохимическая оценка применения вермикомпоста под декоративную культуру (<i>Diefenbachia атоена</i>) (Азербайджан; Иран)	64
Новикова О. К., Шабалина А. И. Утилизация отходов животноводческого комплекса (Республика Беларусь)	66
Турин Е. Н., Женченко К. Г., Суцкий А. Н., Гонгало А. А., Колесникова А. В. Применение системы земледелия без обработки почвы в сравнении с традиционной системой в условиях центральной степи Крыма (Россия, Республика Крым)	69
Воробьева Т. Н., Белков А. С. Использование отходов виноделия в виноградарстве (Россия)	71
Минзанова С. Т., Македонская А. А., Ахмадуллина Ф. Ю., Миронова Л. Г., Фазлиев И. И., Милюков В. А. Основные подходы к способам переработки пивной дробины (Россия, Республика Татарстан)	74
Решетникова В. Н., Смирнова Е. Б., Степанов М. А. Эффективность применения удобрений при возделывании подсолнечника на черноземе обыкновенном правобережья Саратовской области (Россия)	77
Смирнова Е. Б., Решетникова В. Н., Гребешкова Т. М. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника с использованием гуминовых удобрений в правобережье Саратовской области (Россия)	78
Субботина Ю. М. Микробоценозы, зооценозы и ихтиоценозы сточных вод (Россия)	80
Веремейчик Л. А., Герасимович Л. С. Использование промышленного керамзита для производства томатов в условиях защищенного грунта (Республика Беларусь)	84
Колесникова М. В. Влияние заправки растительных остатков подсолнечника и кукурузы на некоторые показатели плодородия чернозёма выщелоченного (Россия)	87
Жук Д. А., Систер В. Г., Тарчигина Н. Ф. Использование осадков сточных вод для улучшения плодородия почвы (Россия)	89
Аристова Н. И., Бейбулатов М. Р., Дрягин В. Б. Использование отходов виноградарства и виноделия для получения различных инновационных продуктов в условиях республики Крым (Россия, Республика Крым)	92

Сарикян К. М., Саргсян Г. Ж. Влияние биогумуса из органических отходов и органического удобрения на базе биогумуса на биологические особенности и хозяйственно-ценные признаки острого перца в условиях Араратской долины Республики Армения (<i>Армения</i>)	94
Ильинский А. В., Данчеев Д. В. Обоснование использования органических отходов урбанизированных территорий для восстановления плодородия почв (<i>Россия</i>).	98
Ильинский А. В., Сельмен В. Н. Некоторые аспекты применения осадков сточных вод для реабилитации деградированных земель (<i>Россия</i>).	100
Паутова Н. Б., Семенова Н. А., Лебедева Т. Н. Поступление в почву активного органического вещества со свежим подстилочным навозом (<i>Россия</i>).	102
Лебедева Т. Н., Паутова Н. Б., Масютенко Н. П. Дисперсное органическое вещество в почве при биологизации земледелия (<i>Россия</i>)	104
Коновалов С. Н., Бобкова В. В. Биологическая эффективность древесных растительных остатков на землянике (<i>Россия</i>)	107
Гулькович М. В., Лицкевич А. Н., Черничко О. А., Дашкевич М. М. Влияние органического удобрения на основе осадков сточных вод на содержание тяжелых металлов в почве (<i>Беларусь</i>)	110
Чуян Н. А., Брескина Г. М. Влияние способов использования органических удобрений на производительность зернопропашного севооборота и воспроизводство плодородия почвы (<i>Россия</i>)	112
Семенов В. М. Растительные остатки и органические удобрения как источники почвенного органического вещества (<i>Россия</i>)	114
Ильясова Р. Р., Массалимов И. А. Применение вермикулита для очистки сточных вод (<i>Россия, Республика Башкирия</i>).	117
Никитин С. И., Антонова О. И. Действие свиных навозных стоков на урожайность и накопление тяжелых металлов в зеленой массе кукурузы (<i>Россия</i>).	118
Заманов П. Б., Пашаев Р. А., Векилова Э. М. Повышение плодородия почв с использованием сапропеля пресноводных водоёмов (<i>Азербайджан</i>).	121
Корсунова Т. М., Сорокина Ю. Б., Имескенова Э. Г., Коновалова Е. В., Татарникова В. Ю. Экологические проблемы агроландшафтов Байкальского региона и подходы к их решению с позиций биотехнологии (<i>Россия, республика Бурятия</i>).	124
Томсон А. Э., Жмакова Н. А., Рассоха Н. Ф., Макарова Н. Л. Новые виды тепличных торфяных грунтов с растительными добавками и их использование в зимних теплицах (<i>Беларусь</i>)	126
Наумова Г. В., Степуро М. Ф., Рассоха Н. Ф., Овчинникова Т. Ф. Влияние гуминовых препаратов на урожайность и качество плодов томата и огурца на различных уровнях плодородия дерново-подзолистой почвы (<i>Беларусь</i>).	129
Мерзлая Г. Е., Федулова А. Д., Постников Д. А. Влияние систем удобрения с использованием навоза и компостов в последствии на микробиологическую активность почвы и урожайность овса (<i>Россия</i>)	132
Спэтару П., Спыну О., Бузила С., Повар И. Технология переработки органической части осадков с городских очистных сооружений сточных вод (<i>Молдова</i>).	135
Чернышева Е. В. Изменение свойств почв в результате поступления органических материалов антропогенной природы в эпоху Средневековья (<i>Россия</i>).	137
Ковалев И. В., Ковалева Н. О. Оценка характера трансформации отходов лигнинсодержащих соединений (<i>Россия</i>).	139

Бекузарова С. А., Мерзлая Г. Е. Рециклинг шишек хвойных пород (<i>Россия; Северная Осетия</i>)	142
Басманов А. В., Гриценко Н. В. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур на деградированных землях с использованием отходов фосфорной промышленности (фосфогипса) (<i>Казахстан</i>).	145
Мухина И. М., Рижия Е. Я., Ян Хорак. Влияние компоста на эмиссию CO ₂ и N ₂ O из среднесуглинистых лювисолей (<i>Россия; Словакия</i>)	147
Глущенко В. Е., Щеголькова Н. М. Исследование структуры бактериального сообщества активного ила очистных сооружений молекулярно-биологическими методами (<i>Россия</i>)	149
Рижия Е. Я., Малюхин Д. М., Вертебный В. Е., Мухина И. М., Ткачёва А. Ю. Прямая эмиссия CO ₂ и N ₂ O из грунтов техногенных, полученных при компостировании твердых коммунальных отходов (<i>Россия</i>)	152
Будников В. И., Смагин А. В., Белов Ю. Л. Полимерные композиционные влагоудерживающие материалы: некоторые аспекты получения и применения (<i>Россия</i>) . . .	155
Пантюхина Ж. Л., Щемелинина Т. Н., Анчугова Е. М., Володин В. В. Оценка возможности использования сорбентов на основе отхода производства (обезвоженного осадка активного ила) (<i>Россия, Республика Коми</i>)	158
Персикова Т. Ф., Блохина Е. А. Агроэкологические способы повышения продуктивности посевов сорго сахарного в условиях северо-востока Беларуси (<i>Беларусь</i>).	161
Варламова А. А., Никольский В. М. Индикаторная бумага для экспресс-анализа нитрат-ионов (<i>Россия</i>)	164
Милюткин В. А., Бородулин И. В., Агарков Е. А., Розенберг Г. С. Совершенствование технологий и технических средств для сбора донных отложений с их использованием в качестве органических удобрений (<i>Россия</i>)	165
Васбиева М. Т. Изменение азотного режима дерново-подзолистой почвы и продуктивности культур полевого севооборота в результате длительного применения осадков сточных вод (<i>Россия</i>)	168
Осипов А. И. Экологически безопасное использование известьсодержащих отходов (<i>Россия</i>)	170
Наими О. И. Влияние гуминового препарата на динамику азота и фосфора в почве при внесении соломы (<i>Россия</i>).	173
Зубов А. Р., Зубов А. А. Прогнозирование и снижение интенсивности загрязнения почв продуктами дефляции с поверхности породных отвалов (<i>Украина</i>).	176
Зубова Л. Г. Последствия вторжения человека в естественные биогеохимические циклы (на примере угольной промышленности) (<i>Украина</i>).	179
Суюндуков Я. Т., Хасанова Р. Ф., Суюндукова М. Б., Семенова И. Н. Фитомелиорация как способ восстановления свойств деградированных почв и повышения продуктивности агроландшафтов степного Зауралья (<i>Россия, Республика Башкортостан</i>). .	182
Родькин О. И., Черненко Е. В. Перспективы использования древесных отходов и растительных остатков для получения энергии на основе совместного сжигания с ископаемым топливом (<i>Республика Беларусь</i>)	184
Mohammad Akhavan Ghalibaf Life forms of plants related to heavy metal cycle in the ecosystem (Case study: Central Iran desert zone) (<i>Иран</i>).	187
Delavarkhali Ali, M. Akhavan Ghalibaf. On estimation of harvesting in fragile arid ecosystems in Iran (<i>Иран</i>)	189

Смагин А. В., Садовникова Н. Б., Будников В. И., Смагина М. В., Старовойтова О. А., Черкашина Н. Ф. Полевые эксперименты по влиянию ризосферных гелевых композиций на урожайность и защиту картофеля от патогенной микрофлоры (Россия).	191
Смагин А. В., Васенев В. И., Садовникова Н. Б., Будников В. И., Гульбе А. Я., Смагина М. В., Черкашина Н. Ф., Башина А. С. Мониторинг почвенно-экологических характеристик в полевых экспериментах с ризосферными гелевыми композициями для картофелеводства (Россия)	196
Садовникова Н. Б., Смагин А. В., Будников В. И., Смагина М. В., Гульбе А. Я. Морфометрические характеристики и закономерности формирования биомассы картофеля под воздействием ризосферных гелевых композиций (Россия)	201
Смагин А. В., Башина А. С., Васенев В. И., Садовникова Н. Б. Методика комбинированной термодинамической оценки водоудерживающей способности, дисперсности и биологической активности почв и органических материалов (Россия).	206
Зеленская О. В., Галиакбарова К. А. Использование рисовой шелухи в составе компоста при выращивании томатов в теплице (Россия)	211
Пасенко А. В., Мазницкая О. В., Новохатько О. В. Рекультивация техногенных ландшафтов с использованием продукта нейтрализации отходов в качестве удобрения (Украина).	214
Белюченко И. С. Развитие и устойчивость аграрных ландшафтов в степной зоне Краснодарского края (Россия)	217
Теучеж А. А. Способы хранения и применения различных видов навоза (Россия)	235
Теучеж А. А. Способы приготовления различных компостов (Россия).	239
Попов А. И., Сун Гэ, Ковалева Н. М., Бирилко Д. А. Проблемы изучения почвенного органического вещества (Россия)	243
Блажева В. И. Экологичният преход на европейската икономика (Болгария).	246
Белюченко И. С. Многофазная дисперсная система из различных отходов – основа для сложного компоста (Россия)	248
Иовик Л. Н., Зайцева З. А., Михальчук С. Н. Влияние известкового мелиоранта на основе карбидной извести на качество зерна ярового ячменя (Беларусь).	261
Атаманюк А. А., Касимов А. М., Назаренко Н. П., Сидоренко А. П. Опыт работы металлургического комбината ПАО «Запорожсталь» по снижению техногенной нагрузки на бассейн реки Днепр (Украина)	264
Антоненко Д. А. Влияние компостов на водопрочность структуры чернозема выщелоченного и продуктивность озимой пшеницы (Россия).	271
Гукалов В. Н. Гранулометрический состав почв аграрных ландшафтов (Россия).	276
Никифорова Ю. Ю. Влияние сложного компоста на состав и численность представителей почвенной мезофауны (Россия)	281
Мельник О. А. Сложный компост как источник органического вещества в почве агроландшафтов (Россия)	287
Миндубаев А. З., Бабынин Э. В., Волошина А. Д., Минзанова С. Т., Бадеева Е. К. О генотоксичности белого фосфора (Россия, Республика Татарстан)	292
Сангаджиева Л. Х., Даваева Ц. Д., Сангаджиева О. С. Фильтры из отходов шерсти для очистки сточных вод и почв (Россия, Республика Калмыкия).	295
Сергеева А. С., Корунчикова В. В. Влияние сложного компоста на анатомию стебля кукурузы (Россия).	298
Торосян Г. О., Симонян А. А., Давтян В. А., Торосян Н. С. Обезвреживание фосфорорганических соединений адсорбцией.	300

Секция 2

Экологически безопасные способы защиты растений и оптимизации корнеобитаемого слоя почв и почвенных конструкций

Лях Т. Г. Агротехнические и фитомелиоративные способы восстановления деградированных черноземов (<i>Молдова</i>)	304
Адальбектеги Г. А., Мустафаев Ж. С., Калмашева А. Н. Оценка тепло- и влагообеспеченности ландшафтных систем бассейна реки Есиль (<i>Казахстан</i>)	306
Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж. С., Арыстанбаева А. Оценка биоклиматического потенциала ландшафтных систем водосбора бассейна реки Жайык (<i>Казахстан</i>)	309
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Турсынбаев Н. А. Оценка биоклиматического потенциала ландшафтных систем бассейна реки Талас (<i>Казахстан</i>).	311
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Жусупова Л. К. Технология освоения засоленных ландшафтных систем с учетом геоэкологических ограничений (<i>Казахстан</i>)	314
Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж. С., Абдывалиева К. С. Оценка эколого-мелиоративной устойчивости гидроландшафтных систем Токускенского массива (<i>Казахстан</i>)	316
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Абдешев К. Б. Технология промывки засоленных земель с учетом экологических ограничений (<i>Казахстан</i>).	319
Таланов И. П. Схемы защиты яровой пшеницы от пораженности болезнями (<i>Россия, Республика Татарстан</i>).	321
Таланов И. П. Фитосанитарное состояние посевов озимой ржи на серых лесных почвах Республики Татарстан (<i>Россия, Республика Татарстан</i>)	325
Скрыльник Г. П. Роль континентальности и океаничности в определении оптимальных вариантов интродуцирования сельскохозяйственных культур (<i>Россия</i>).	329
Рубцова Л. Е. Экспериментальное заражение колорадского жука энтомопатогенной нематодой <i>Steinernema feltiae</i> в лабораторных условиях в Азербайджане (<i>Азербайджан</i>)	332
Хомицкий Е. Е., Замотайлов А. С., Белый А. И. Аборигенные энтомофаги семейства жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в условиях защищенного и открытого грунта и перспективы их использования в борьбе с вредителями сельского хозяйства (<i>Россия</i>)	335
Подгорная М. Е., Чернов В. В. Мониторинг хлорорганических инсектицидов в садовых агроценозах юга России (<i>Россия</i>)	338
Митрохина О. А. Эффективность гуминового удобрения лигногумат на посевах ячменя в ландшафтном земледелии ЦЧЗ (<i>Россия</i>)	340
Караулова Л. Н. Содержание элементов питания в биомассе кукурузы в адаптивно-ландшафтном земледелии (<i>Россия</i>)	342
Лицкевич А. Н., Басалай Е. Н., Чезлова О. Е. Использование осадков сточных вод для производства органических удобрений (<i>Республика Беларусь</i>).	344
Доброхотов С. А., Анисимов А. И. Выращивание и защита овощных культур в органическом земледелии на Северо-Западе России (<i>Россия</i>).	347
Белков А. С. Обеспечение экологической безопасности виноградовинодельческой продукции (<i>Россия</i>)	349
Карасева Т. Н., Герасимова О. А., Корнышев Д. С. Влияние минерального и биологического азота на продуктивность луговых травостоев в условиях Псковской области (<i>Россия</i>)	352
Пашков Д. П., Шевченко Р. Ю. Особенности применения космических снимков в экологическом мониторинге промышленных объектов (<i>Украина</i>).	356

Левыкин С. В., Казачков Г. В., Жданов С. И., Щербаненко О. Б. Степной стационар «Оренбургская Тарпания»: назначение, задачи, план-стратегия развития (<i>Россия</i>). .	358
Левыкин С. В., Казачков Г. В., Яковлев И. Г., Грудинин Д. А. К перезагрузке степного землепользования: от кредитно-пахотного консерватизма и невостребованности земель к сотворчеству природы степей и человека ответственного (<i>Россия</i>).	360

Секция 3

Смешанные (совмещенные) посевы в севообороте как одно из направлений в развитии и улучшении агроландшафтов

Дрозд Д. А. Влияние оросительных норм на урожайность клевера лугового в системе сырьевого конвейера (<i>Беларусь</i>).	364
Боронтов О. К., Косякин П. А., Курындин А. В., Манаенкова Е. Н. Влияние систем обработки почвы и удобрений на агрофизические и агрохимические параметры чернозёма выщелоченного в зернопаропропашном севообороте ЦЧР (<i>Россия</i>).	366
Сабодина Е. П., Мельников Ю. С. Красная книга почв России и защита педосферы в Краснодарском крае (<i>Россия</i>)	368
Зеленская О. В. Возделывание одновидовых и смешанных посевов гороха в севообороте при органической системе земледелия (<i>Россия</i>).	370
Камасин С. С. Микрорельефный посев как способ решения проблем совмещенных посевов злаково-бобовых зернофуражных смесей (<i>Республика Беларусь</i>).	374
Партоев К., Садридинов С., Сафармади М. О совмещенном посеве трех культур в Таджикистане (<i>Таджикистан</i>)	378
Трущелев А. Б., Басаргина А. А. Смешанные посевы козлятника восточного в системе почвозащитного земледелия северо-западного региона России (<i>Россия</i>).	380
Шамсутдинов Н. З. Поликомпонентные пастбищные агрофитоценозы в засушливой зоне Нижнего Поволжья (<i>Россия</i>)	382
Коваленко А. М. Смешанные агроценозы в кормовых севооборотах на орошаемых землях степи Украины (<i>Украина</i>).	385
Лукашов В. Н., Исаков А. Н. Продуктивность и качество зернобобовых культур и бобово-злаковых смесей в условиях Калужской области (<i>Россия</i>).	387
Дронов А. В., Симонова Е. А., Хавкина Л. В. Агроэнергетическая оценка и кормовая ценность одновидовых и совмещённых посевов сорговых культур в агроландшафтах Брянщины (<i>Россия</i>)	390
Онищенко Л. М., Лукьянова Е. Н. Баланс гумуса на посевах люцерны, выращиваемой под покровом ярового ячменя, в условиях чернозема выщелоченного Прикубанской низменности (<i>Россия</i>).	392
Hamid Sodaieizadeh, Kazem Kamali Aliabadi, Nahid Bashari. The effect of drought stress and cultivation system on some morphological and physiological characteristics of millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.) and guar (<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>) (<i>Иран</i>)	396
Kamali Aliabad Kazem, H. Sodaezadeh, E. Zamani. Comparison of Propagation of Madder plant by sexual and asexual methods as an industrial and medicinal (<i>Иран</i>).	398
Буянкин В. И., Андриевская Л. П., Молдабеков К. Б., Лиманская В. Б., Булеков Т. А. Повышение долголетия и продуктивности совмещенных посевов многолетних трав с горчицей на каштановых солонцеватых почвах Северного Прикаспия (<i>Россия; Казахстан</i>)	400

Прахова Т. Я., Тимошкин О. А., Прахов В. А. Смешанные посевы рыжика ярового с чечевицей тарелочной в семеноводстве (Россия).	406
--	-----

Секция 4

Роль лесных полос в улучшении физико-химических свойств почв и повышении урожайности сельскохозяйственных культур в агроландшафтах

Вайс А. А. Защитная роль полевых лесополос Южной Сибири (Россия).	409
Верин А. Ю., Медведев И. Ф., Деревягин С. С., Губарев Д. И. Влияние возраста лесной полосы на плодородие почвы (Россия).	411
Буздакова П. В., Барсукова Е. А. Роль лесных полос в агроландшафтах на примере Ростовской области (Россия).	414
Лопатовская О. Г., Максимова Е. Н., Попов В. В., Соловьева К. С. Лесорастительные свойства почв при вырубке леса, площадка «ТАРМА», Братский район (Россия). . .	415
Бабошко О. И. Роль лесных полос в изменении свойств почв под пологом насаждения (Россия).	418
Багаев Е. С. Создание лесосырьевых плантаций на землях, вышедших из сельскохозяйственного пользования (Россия).	421
Белов А. А. Цикличность радиального прироста древесины в сосновых насаждениях, загрязненных радионуклидами (Россия).	423
Лях Т. Г. Особенности распределения железа в серых лесных почвах эрозионных ландшафтов (Молдова).	426
Семенова Е. И., Титова В. И. Влияние содержания земель сельхозназначения в форме залежи на агрохимическую характеристику дерново-подзолистых почв после их распашки (Россия).	429
Яшин И. М., Васенев И. И., Поветкин В. А., Рамазанов С. Р. Эволюция черноземов и сукцессии в экосистемах Приволжской возвышенности (Россия).	432
Багаев С. С. Рост культур ели на сельскохозяйственных и лесных землях в Костромской области (Россия).	435
Зеленская Е. Я., Видлога В. В. Оценка почвовосстанавливающей эффективности лесомелиорации на водосборах с активным проявлением эрозии почв (Россия).	437
Шамсутдинова Э. З. Использование саксаула черного в пастбищном хозяйстве Среднеазиатских пустынь (Россия).	440
Подлесных И. В., Зарудная Т. Я. Влияние лесной полосы на распределение подвижных форм фосфора и калия (Россия).	443
Исмангулова П. М., Кутлусурина Г. В. О лесах Астраханской области (Россия)	445
Бавровская Н. М. Проблемы сохранения полевых лесополос в Украине (Украина)	446
Зубов А. Р. Эффективность противозерозионных гидротехнических сооружений в системе лесных полос (Украина).	448
Грибачева О. В. Основные закономерности роста древостоя в полевых лесополосах с участием берёзы повислой (<i>Betula pendula</i> Roth) (Украина).	451
Лобойко В. Ф., Сарычев А. Н., Вдовенко А. В. Эффективность лесных полос в засушливых условиях Волгоградской области (Россия).	453
Трошков А. М., Жук А. П., Рачков В. Е. Моделирование экологической фильтрующей установки для очищения загрязненного воздуха в улье (Россия).	457

Богоутдинов Д. З., Кастальева Т. Б., Гирсова Н. В. Фитоплазмы как причина усыхания лесополос (Россия)	459
Нагорных Т. В., Торопова Е. Ю., Беланова А. П. Энтомофауна кроны интродуцента <i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim в северной лесостепи Приобья (Россия).	462
Мартынюк А. А., Рыкова Т. В. Основные направления повышения устойчивости лесов и защитных лесных насаждений в засушливых регионах России (Россия).	465

Секция 5

Взаимосвязь живых организмов и верхнего слоя почвы в совмещённых посевах аграрных ландшафтов

Фомина Н. В. Фитотестирование и оценка микробного токсикоза почв лесных питомников Республики Хакасия (Россия)	469
Жариков М. Г., Кочкаров А. Х.-М., Зверев А. В., Волкова Г. В. Испытания нового органоминерального удобрения с ростостимулирующей активностью «АРКСОЙЛ» на озимой пшенице в условиях Краснодарского края (Россия).	471
Камасин С. С. Микрорельеф почвы как фактор активизации азотфиксирующих микроорганизмов (Республика Беларусь)	477
Кудрявцев Н. А., Зайцева Л. А., Алибеков М. Б., Алырчиков Ф. В., Савоськина О. А. Агроэкологический подход к возделыванию льна при рациональном применении пестицидов (Россия)	480
Гахраманова Г. Э., Ахмедов Б. А. Влияние структуры и состава почвы на образ жизни геофильных жесткокрылых (Азербайджан).	482
Сумская М. А., Грибанова Н. П. Снижение распространения заболеваний фомозом и церкоспорозом семенных растений сахарной свеклы (Россия).	484
Скрябин Я. С., Казакова О. А. Вредоносность гриба <i>Fusarium culmorum</i> на семенах полевых культур (Россия)	486
Шарипова Р. Б. Влияние климатических изменений на производство сельскохозяйственных культур в Ульяновской области (Россия).	488
Варламов В. П., Албулов А. И., Фролова М. А., Гринь А. В. Хитозан как индуктор синтеза фитоалексина и фитофтороустойчивости клеток картофеля (Россия).	491
Чезлова О. Е., Волчек А. А. Регрессионная модель динамики санитарно-показательных бактерий в почве полей орошения (Республика Беларусь).	494
Плахов Г. А., Титаренко К. С. Особенности миграции тяжелых металлов в почвах Ростовского-на-Дону (Россия)	496
Персикова Т. Ф., Радкевич М. Л. Эффективность применения бактериальных препаратов при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (Беларусь)	499
Торосян Г. О., Аристакесян А. А., Оганесян Д. Н., Торосян Н. С. Получение жидкого и газообразного топлива совместным каталитическим пиролизом лигнитов и углеводородных остатков (Армения)	501
Полужетов Е. В., Балакай Г. Т. Влияние защитных лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур (Россия).	504

Научное издание

Коллектив авторов

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ
АГРОЛАНДШАФТОВ И СПОСОБЫ
ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ**

Сборник статей

Статьи представлены в авторской редакции

Дизайн обложки – Ю. Ю. Никифоренко

Подписано в печать .03.2018. Формат 60 × 84 ¹/₈.

Усл. печ. л. – 59,5. Уч. изд. л. – 34,9.

Тираж экз. Заказ № .

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13